



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO

DIVISIÓN ACADÉMICA DE INFORMÁTICA Y SISTEMAS



ANALÍTICA DE PROCESOS DE APRENDIZAJE MEDIANTE EL USO DE SENSORES EEG

Trabajo recepcional bajo la modalidad de Tesis

Que para obtener el grado de

Maestra en Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento

Presentan:

Karen Beatriz Pecero Moguel

Director:

MASI. Arturo Corona Ferreira

Cuerpos Académicos:

Tecnología Instruccional

Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento:

Learning Analytics

Cunduacán, Tabasco

Julio de 2018



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO

DIVISIÓN ACADÉMICA DE INFORMÁTICA Y SISTEMAS



ANALÍTICA DE PROCESOS DE APRENDIZAJE MEDIANTE EL USO DE SENSORES EEG

Trabajo recepcional bajo la modalidad de Tesis

Que para obtener el grado de

Maestra en Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento

Presentan:

Karen Beatriz Pecero Moguel

Director:

MASI. Arturo Corona Ferreira

Cuerpo académico:

Tecnología Instruccional

Comisión revisora:

MTE. Oscar Alberto González González

Dr. Jesús Adrián Sevilla Azuara

MC. Carlos Arturo Custodio Izquierdo

Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento:

Learning Analytics



UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



Oficio No. 515/2018/D
08 de marzo de 2018

MASÍ, Arturo Corona Ferreira
Profesor-Investigador
Presente

De acuerdo al artículo 46 fracción III del Reglamento General de Estudios de Posgrado Vigente, de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, me permito informarle a Usted, que ha sido asignado Director del Trabajo de Tesis titulado **"ANALÍTICA DE PROCESOS DE APRENDIZAJE MEDIANTE EL USO DE SENSORES EEG"**, a realizar por la **C. Karen Beatriz Pecero Moguel**, para obtener el grado de Maestro en Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un afectuoso saludo.

Atentamente

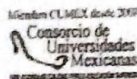
UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO

MATÍ, Eduardo Cruces Gutiérrez
Director



DIVISION ACADÉMICA DE INFORMATICA Y SISTEMAS

C.c.p. Dr. Jesús Hernández del Real.-Encargado del despacho de la Coordinación de posgrado.
Archivo.
Consecutivo.



Carretera Cunduacán-Jalpa Km. 1, Colonia Esmeralda, C.P. 86690. Cunduacán, Tabasco, México.
E-mail: direccion.dais@ujat.mx
Teléfonos: (993) 358 1500 ext. 6727; (914) 336 0616; Fax: (914) 336 0870

F5: Liberación de asesoría**2018**

Cunduacán, Tabasco., a 21 de marzo de 2018.

Asunto: Liberación de asesoría.

MATr. Eduardo Cruces Gutiérrez
Director de la DAIS
Presente

Por medio de la presente nos permitimos comunicarle que después de haber realizado las asesorías correspondientes a la Tesis: "**ANÁLITICA DE PROCESOS DE APRENDIZAJE MEDIANTE EL USO DE SENSORES EEG**", elaborada por el C. Karen Beatriz Pecero Moguel, de la Maestría en Tecnologías para el Aprendizaje y Conocimiento, consideramos que la ha concluido satisfactoriamente, por lo que puede continuar con los trámites para la obtención del grado.

Sin otro particular, aprovechamos la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente
MASt. Arturo Corona Ferreira

c.c.p. Coordinación de Investigación y Posgrado
Integrantes de la Comisión Revisora
Estudiante

F6: Solicitud de Jurado**2018**

Cunduacán, Tabasco, a 21 de marzo de 2018.

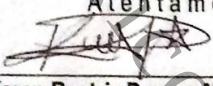
Asunto: Solicitud de Jurado

MATl. Eduardo Cruces Gutiérrez
Director de la DAIS
Presente

Por este medio me permito informarle que la tesis: "**ANÁLITICA DE PROCESOS DE APRENDIZAJE MEDIANTE EL USO DE SENSORES EEG**", ha sido liberada por el asesor: **MASI. Arturo Corona Ferreira**, por lo que en atención a ello me dirijo a usted con la finalidad de solicitarle tenga a bien nombrar al jurado para que evalúe el citado trabajo.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente


Karen Beatriz Pecero Moguel

Matricula:	161h12001
Domicilio:	Mnza. 18; edif. 9; depto. 302; Fracc. las rosas
Localidad:	Villahermosa
Teléfono:	3-21-11-26
E-mail:	Karen.pecero@gmail.com

c.c.p. Coordinación de Investigación y Posgrado.
Estudiante.



F7: Respuesta de Jurado**2018**

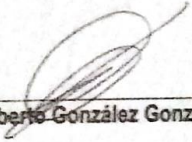
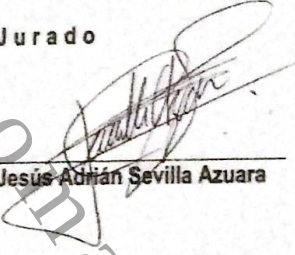
Cunduacán, Tabasco., a 22 de mayo de 2018.

Asunto: Respuesta de Jurado

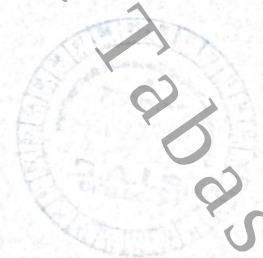
MTE. Óscar Alberto González González
Director de la DAIS-UJAT
Presente

En atención a los oficios girados por usted, en los que se nos designa como parte del jurado para efectuar la revisión de la tesis titulada **"ANALÍTICA DE PROCESOS DE APRENDIZAJE MEDIANTE EL USO DE SENSORES EEG"**, realizada por el C. Karen Beatriz Pecero Moguel, estudiante de la Maestría en Tecnologías para el Aprendizaje y Conocimiento, nos permitimos informarle que en virtud de que ha atendido las observaciones realizadas, otorgamos nuestra aprobación para que continúe los trámites correspondientes a la obtención del grado.

Sin otro particular, aprovechamos la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente integrantes del Jurado
MTE. Óscar Alberto González González
Dr. Jesús Adrián Sevilla Azuara
M.C. Carlos Arturo Custodio Izquierdo

C.c.p. Coordinador de Investigación y Posgrado.
Integrantes del Jurado
Estudiantes





UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"

DIVISIÓN ACADÉMICA DE INFORMÁTICA Y SISTEMAS

En la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, de acuerdo al Reglamento de Estudios de Posgrado vigente, se revisó el trabajo de investigación titulado "ANALÍTICA DE PROCESOS DE APRENDIZAJE MEDIANTE EL USO DE SENSORES EEG", realizado por el C. Karen Beatriz Pecero Moguel, para obtener el Grado de Maestra en Tecnologías para el Aprendizaje y Conocimiento bajo la modalidad de Tesis.

Los integrantes del jurado, después de revisar el trabajo, lo declararon aceptado.

MTE. Oscar Alberto González González

Dr. Jesús Adrián Sevilla Azuara

M.C. Carlos Arturo Custodio Izquierdo





UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



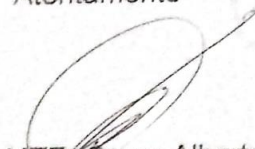
Oficio No. 1446/18/DAIS/D
11 de junio de 2018

C. Karen Beatriz Pecero Moguel
Matrícula 161H12001

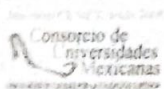
En virtud de que cumple satisfactoriamente los requisitos establecidos en el Reglamento General de Estudio de Posgrado vigente en la Universidad, informo a Usted que se autoriza la impresión del trabajo recepcional "**Analítica de Procesos de Aprendizaje mediante el uso de Sensores EEG**", para presentar examen y obtener el Grado de Maestro en Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento bajo la modalidad de Tesis.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle

Atentamente


MTE Oscar Alberto González González
Director

C.c.p. Director de Tesis: MASI Arturo Corona Ferreira
Dr. Jesús Hernández del Real - Encargado del Despacho de la Coordinación de Posgrado
Archivo
Consecutivo



Carretera Cunduacán-Jalpa Km. 1, Colonia Esmeralda, C.P. 86690, Cunduacán, Tabasco, México.
E-mail: direccion.dais@ujat.mx
Teléfonos: (993) 358 1500 ext. 6727; (914) 336 0616; Fax: (994) 336 0670

CARTA DE AUTORIZACIÓN

El que suscribe, autoriza por medio del presente escrito a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco para que utilice tanto física como digitalmente la Tesis de grado denominada **"Análítica de procesos de aprendizaje mediante el uso de sensores EEG"**, de la cual soy autor y titular de los Derechos de Autor.

La finalidad del uso por parte de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de la tesis antes mencionada, será única y exclusivamente para difusión, educación y sin fines de lucro; autorización que se hace de manera enunciativa más no limitativa para subirla a la Red Abierta de Bibliotecas Digitales (RABID) y a cualquier otra Red Académica con las que la Universidad tenga relación Institucional.

Por lo antes mencionado, libero a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de cualquier reclamación legal que pudiera ejercer respecto al uso y manipulación de la Tesis mencionada y para los fines estipulados en este documento.

Se firma la presente autorización en la Ciudad de Villahermosa, Tabasco a los 12 días del mes de junio del año 2018

AUTORIZO



KAREN BEATRIZ PECERO MOGUEL

F8: Cesión de Derechos

2018

Cunduacán, Tabasco., a 7 de Junio de 2018.

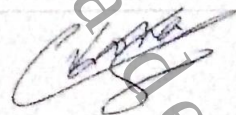
Asunto: Cesión de Derechos.

A quien corresponda:

Los que suscriben la presente, declaramos que el trabajo de tesis titulado, "*ANALÍTICA DE PROCESOS DE APRENDIZAJE MEDIANTE EL USO DE SENSORES EEG*" es de nuestra autoría intelectual y por lo tanto cedemos todos los **derechos** sobre este proyecto a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, a la cual relevamos de cualquier sanción y asumimos responder a cualquier reclamo de derechos de autor ante las autoridades competentes.

Atentamente

Autores:

Nombre	Domicilio	Firma autógrafa
Karen Beatriz Pecero Moguel	Mnza. 18; edif. 9; depto. 302; Fracc.Las Rosas; Villahermosa, Tabasco.	
Arturo Corona Ferreira	Ilusiones 2; Col. Miguel Hidalgo; Villahermosa, Tabasco.	

c.c.p. MTE. Óscar Alberto González González - Director de la DAIS
Coordinador de Investigación y Posgrado
Director
Estudiante

Dedicatorias

A los pilares de mi vida, que han estado y se mantuvieron conmigo de principio a fin de este logro, soportando momentos de estrés, por preocupándose de mis desvelos, de mi salud, por brindarme su apoyo incondicional, mis padres Enrique y Betty, por ser lo máximo en todos los aspectos, gracias siempre por todo lo que hacen por mí.

Alan por ser un apoyo a distancia, un ejemplo de perseverancia para conseguir lo que anhelas, por ser mi compañero de aventuras, por ser el mejor hermano del mundo.

Humberto, por aguantar toda mi inestabilidad emocional, mis dramas (uno que otro), por estar conmigo desde hace tanto apoyándome e impulsándome a creer siempre en mí, por todo tu amor, te adoro.

Monse, Ilse, Poncho, Mario Iván, Chavita y Raúl por ser los mejores hermanos que Dios me ha dado, por sus consejos, sus palabras, las amo infinitamente.

Emma y Carlos, por demostrarme el valor de la amistad y que no importa que tan lejos estemos, ni cuánto tiempo pasemos sin vernos, el amor, respeto y confianza que sentimos es tan grande como siempre, los amo.

Familia León Martínez, Moguel Pérez, Santos Jiménez, por siempre estar ahí apoyándome en todo lo que hago, por qué sé que siempre puedo contar con ustedes.

Maestros Corona, Profe Oscar, Dr. Sevilla, Juan de Dios, Marbella, Dr. Pablo Payró, gracias por dejar una huella imborrable de conocimiento, toda mi admiración y respeto para ustedes.

Rosy, Toño, Jaime, José Luis, Isauro, Anto, gracias por ser compañeros de desvelos, por estar juntos durante estos dos años y que nuestra amistad perdure.

Gracias a los que me permitieron realizar esta investigación, a los maestros del Centro de Enseñanza de Lenguas Extranjeras campus Chontalpa, por todas las atenciones para llevar a cabo la recolección de datos y por todo el apoyo brindado.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Resumen

La inclusión de las neurociencias, en la educación, abren un panorama nuevo a los profesores y diseñadores instruccionales pues con la ayuda de herramientas no invasivas de electroencefalograma en el aula, permitirá conocer la manera en la que el alumno aprende.

Mediante la lectura de las ondas cerebrales se puede analizar qué es lo que pasa en el cerebro del alumno de una manera más certera y en tiempo real con ayuda de aplicaciones existentes, se pueden comprobar las formas de aprendizaje con datos reales obtenidos de sujetos de prueba en los que se observará que emoción está provocando el material mediado por tecnología.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. xi

Abstract

The inclusion of neurosciences, in education, opens a new panorama to teachers and instructional designers because with the help of non-invasive electroencephalogram tools in the classroom, it will allow knowing the way in which the student learns.

By reading brain waves can analyze what happens in the brain of the student in a more accurate and real time with the help of existing applications, you can check the learning forms with real data obtained from test subjects in which it will be observed that emotion is provoking the material mediated by technology.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
xii

Introducción

El aprendizaje está constituido por un gran número de procesos, de los cuales los más importantes son, al menos la motivación, las emociones, la atención y la memoria (Cid., 2001. P. 5).

El desarrollo de técnicas no invasivas de diagnóstico, que permiten construir imágenes relativas a la activación de diferentes áreas cerebrales como consecuencia de procesos cognitivos o emocionales, ha ido aportando información significativa y hallazgos relevantes para comprender, desde sus fundamentos, los procesos de aprendizaje y orientar mejor las políticas y las prácticas educativas (Ortíz, T., 2009. P. 17).

Los biosensores de Electroencefalograma (EEG) permiten que los investigadores examinar actividad cerebral el cual pudiera decirse que es un test comúnmente usado para detectar la actividad eléctrica cerebral, sólo que al usar esta herramienta se conoce exactamente que como ejecuta la masa cerebral el sujeto.

Dado que los sensores EEG leen la actividad cerebral por medio de la lectura de señales de ondas eléctricas, los datos pueden ser convertidos del medio fisiológico humano a datos digitales los cuales pueden ser grabados para una posterior interpretación.

Los datos obtenidos mediante esta tecnología permiten evaluar actividades cognitivas complejas mediante las cuales los desarrolladores de ambientes de aprendizaje tomen decisiones al momento de a construir o rediseñar las plataformas existentes.

La información que recaba un EEG no invasivo en alumnos expuestos a material digital en clases es muy útil para el profesor y el diseñador instruccional, podrán obtener información de en qué momento el material deja de ser efectivo en cuanto a la generación de conocimientos, además sabrá si el material es atractivo, aburrido, si genera estrés o cualquier otra reacción cerebral que le cause al usuario.

Índice general

Índice de ilustraciones	xvi
Índice de tablas	xvii
Capítulo I. Generalidades	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Planteamiento del Problema	4
1.2.1 Definición del problema	4
1.2.2 Delimitación de la investigación	6
1.2.3 Preguntas de investigación	7
1.3 Objetivos	7
1.3.1 Objetivo General	7
1.3.2 Objetivos específicos	8
1.4 Justificación	8
1.5 Metodología utilizada	10
1.5.1 Selección de Participantes	10
1.5.2 Herramienta EEG	10
1.5.3 Montaje de laboratorio	10
1.5.4 Análisis y tratamiento de datos	10
1.6 Enfoque investigación	11
1.7 Fuentes de investigación	11
1.8 Instrumento para la recolección de datos	12
1.9 Población de estudio	12
Capítulo II. Marco teórico	13
2.1 Marco referencial	13
2.2 Marco conceptual	15
2.3 Marco Tecnológico	17
2.4 Marco Legal	21
	xiv

Capítulo III. Aplicación de la metodología y desarrollo	22
3.1 Selección de participantes	22
3.2 Herramienta EEG	22
3.3 Laboratorio portátil EEG	25
3.4 Detección de necesidades	29
3.4.1 Determinación de la muestra	29
3.4.2 Ética	29
3.5 Etapa de pre-análisis	30
3.6 Etapa de análisis	31
3.7 Etapa de Diseño	31
3.8 Etapa de Desarrollo	32
3.9 Realización	35
Capítulo IV. Pruebas y resultados	36
4.1 Alumnos durante presentación	36
4.2 Alumnos durante reading	42
4.2.1 Reading individual	42
4.2.2 Reading Grupal	47
4.3 Reacciones de alumnos durante speaking	51
4.3.1 Speaking individual	51
4.3.2 Speaking grupal	55
Capítulo V. Conclusiones y trabajos futuros	59
Bibliografía	61
Glosario	65
Anexos	66
Anexo A. Documento de vinculación con el CELE	67

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Diadema EEG Mindwave	23
Ilustración 2. Nombre de la localización de los electrodos según del sistema internacional 10/20	24
Ilustración 3. Ubicación de los lóbulos cerebrales	25
Ilustración 4. Pantalla principal del software NeuroExperimeter	26
Ilustración 5. Ejemplo de gráfica generada con datos extraídos con NeuroExperimeter	27
Ilustración 6. Ejemplo de colocación de la diadema	28
Ilustración 7. Alumno con la diadema durante clases de inglés en CELE Chontalpa	28
Ilustración 8. Diagrama de flujo de la metodología para la recolección de datos con EEG no invasivo para la investigación	34
Ilustración 9. Promedio de atención durante presentación.....	37
Ilustración 10. Promedio de meditación durante presentación	38
Ilustración 11. Contraste de promedio de atención y meditación durante presentación	38
Ilustración 12. Promedio de alfa durante presentación	39
Ilustración 13. Promedio de alfa baja durante presentación.....	40
Ilustración 14. Promedio de Teta durante presentación	41
Ilustración 15. Promedio de atención durante reading individual.....	42
Ilustración 16. Promedio de meditación durante reading individual	43
Ilustración 17. Promedio de teta durante reading individual	44
Ilustración 18. Promedio de alfa durante reading individual	45
Ilustración 19. Promedio de alfa baja durante reading individual.....	46
Ilustración 20. Promedio de atención durante reading grupal.....	47
Ilustración 21. Promedio de meditación durante reading grupal	48
Ilustración 22. Promedio de teta durante reading grupal	49
Ilustración 23. Promedio de alfa durante reading grupal	49
Ilustración 24. Promedio de alfa baja durante reading grupal.....	50
Ilustración 25. Promedio de atención durante speaking individual	51
Ilustración 26. Promedio de meditación durante speaking individual	52
Ilustración 27. Promedio de teta durante speaking individual	52
Ilustración 28. Promedio de alfa durante speaking individual.....	53
Ilustración 29. Promedio de alfa baja durante speaking individual	54
Ilustración 30. Promedio de atención durante speaking grupal	55
Ilustración 31. Promedio de meditación durante speaking grupal	55
Ilustración 32. Promedio de teta durante speaking grupal	56
Ilustración 33. Promedio de alfa durante speaking grupal	57
Ilustración 34. Promedio de alfa baja durante speaking grupal	57

Índice de tablas

Tabla 1 Clasificación de frecuencia de ondas cerebrales	20
---	----

Capítulo I. Generalidades

1.1 Antecedentes

A mitad del siglo XX los estudios hacia el aprendizaje se centraron en las teorías humanistas y conductistas, hasta que en los años sesenta empieza a tomar relevancia el cognitismo, la manera en la que el cerebro actúa al estar ante diversos estímulos en el aula.

Para diversidad de teorías de enseñanza se empleo la observación y el manejo de instrumentos de recolección de datos como el cuestionario y las entrevistas como insumos para la obtención de datos de campo sobre los comportamientos, intereses, así como la identificación de los procesos cognitivos del ser humano al momento que aprende.

Los contextos tecnológicos del siglo XX restringían que las organizaciones o las personas tuvieran acceso a recursos tecnológicos para conocer sobre los procesos cognitivos sin la necesidad de caer en duda sobre la fidelidad de los datos que se obtienen al momento.

Los recientes avances de la tecnología de la información permiten que se introduzca de manera discreta tecnología que permita conocer que sucede en los procesos cerebrales de un alumno al momento de estar presente en una clase aprendiendo conceptos nuevos y en algunos casos procurando aplicarlos. La tecnología más reciente que ha permitido conocer a detalle lo que sucede en el cerebro humano mediante la interfaz cerebro computador (Brain Computer Interface).

La tecnología brain computer interface permite que se lea de manera sencilla la actividad cerebral por medio de sensores de neurociencias denominados electrodos. Dicho sensor funciona por medio de recursos de electroencefalografía, la cual se encarga de las técnicas de recolección de datos de la actividad cerebral.

La lectura de ondas cerebrales empezó a finales del siglo XVIII con el descubrimiento y exploración de patrones eléctricos en mamíferos por Luigi Galvani, fue hasta 1924 que Hans Berger inventa el electroencefalograma (EEG). La tecnología ha evolucionado permitiendo el

desarrollo de aplicaciones que permiten desde la detección de desórdenes neuropsicológicos hasta juegos totalmente controlados por el cerebro con ayuda de EEG no invasivos.

Los datos obtenidos mediante esta tecnología permiten evaluar actividades cognitivas complejas mediante las cuales los desarrolladores de ambientes de aprendizaje tomen decisiones al momento de construir o rediseñar las plataformas existentes.

El desarrollo de técnicas no invasivas de diagnóstico, que permiten construir imágenes relativas a la activación de diferentes áreas cerebrales como consecuencia de procesos cognitivos o emocionales, ha ido aportando información significativa y hallazgos relevantes para comprender, desde sus fundamentos, los procesos de aprendizaje y orientar mejor las políticas y las prácticas educativas (Ortíz, T., 2009. P. 17).

Los biosensores de Electroencefalograma permiten que los investigadores examinar actividad cerebral el cual pudiera decirse que es un test comúnmente usado para detectar la actividad eléctrica cerebral, sólo que al usar esta herramienta se conoce exactamente como ejecuta la masa cerebral el sujeto, lo que da más precisión en los resultados que el empleo de tests habituales.

Dado que los sensores EEG leen la actividad cerebral por medio de señales de ondas eléctricas, los datos pueden ser convertidos del medio fisiológico humano a datos digitales los cuales pueden ser grabados para una posterior interpretación.

La importancia de reconocer el estilo de aprendizaje de un alumno es esencial para asegurar el éxito en el proceso enseñanza aprendizaje, estas características fueron observadas directamente con la ayuda de la herramienta EEG.

Córdova, F. (2015) presenta una investigación donde emplea el modelo de Kolb para categorizar los estilos de aprendizajes, pero en lugar de usar un cuestionario emplea una herramienta EEG con la que busca identificar los cuatro estados dicho modelo y por medio de la clasificación de los datos adquiridos crear patrones de tendencia de estilos.

El propósito de este autor fue clasificar en las categorías de Kolb a los participantes, basado en su muestra de estudio interpretando los datos obtenidos con la herramienta EEG.

Las señales electrofisiológicas capturadas mediante la herramienta EEG en la investigación revelaron cambios progresivos en el procesamiento cerebral a través del incremento de la

dificultad del problema enfrentado. La información obtenida mediante las señales electrofisiológicas puede complementar la información requerida para un panorama más preciso de cómo el cerebro de los estudiantes trabaja al resolver una tarea. Los autores determinan que estos descubrimientos pueden llevar a una nueva manera de clasificar e identificar los estilos de aprendizaje basados en estrategias funcionales de medición directa del trabajo cerebral con herramientas EEG. Esto permitirá a los maestros implementar, seleccionar, especificar estrategias metodológicas más efectivas o recursos más efectivos de apoyo en proceso de enseñanza-aprendizaje.

En otra investigación realizada por Nazre, A. (2015) empleo, un test de psicoanálisis y el procesamiento de señales cerebrales para poder clasificar a los estudiantes según su estilo de aprendizaje basándose en el modelo de Kolb. En la investigación se considera desde la perspectiva cognitiva, que los estilos de aprendizaje determinan como los aprendices asimilan y procesan la información para construir significado. Las evaluaciones basadas en lecturas mediante EEG proveen un camino práctico para los investigadores y educadores para entender mejor los aspectos cognitivos y afectivos del aprendizaje.

En dicha investigación, se usó la herramienta EEG para sustentar los resultados de un test de psicoanálisis mediante el cual se agruparon a los alumnos para realizar el estudio de clasificación basada en el coeficiente intelectual y el estrés en alumnos. La investigación generó un data set de señales cerebrales que permite clasificar a los alumnos, dichos datos ayudaron a visualizar el comportamiento cerebral de manera directa y contrastarse con el test para posteriormente aplicar análisis logrando clasificar de manera eficaz a los alumnos.

Como reflejan los trabajos de Córdova y Nazre el empleo de los EEG da una perspectiva que a primera vista pareciera ser precisa dado que los datos adquiridos con la herramienta permiten hacer procesos de analítica de datos obtenidos de primera mano, para conocer que tan analítico o perceptivo es un estudiante y como en lo particular cada alumno construye su propia estrategia de aprendizaje.

Dentro de la UJAT existen grandes necesidades de identificar los estilos de aprendizaje de los estudiantes a fin de hacer más eficiente la actividad académica de un alumno. Por ello se le aplica

al inicio de cada semestre un pequeño test que muestra que estilo de aprendizaje domina en el grupo de nuevo ingreso.

La enseñanza de idiomas involucra una serie de aptitudes a evaluar por parte del profesor, que va desde la forma en que se pronuncia una palabra hasta la manera en la que se interpreta un audio o un texto. El profesor debe de valerse de herramientas para lograr que el alumno no pierda interés y asegure la participación de los alumnos.

El Centro de Enseñanza de Lenguas Extranjeras (CELE), nace con el objetivo de facilitar los estudios profesionales de los estudiantes de preparatoria y universitarios mediante la enseñanza del idioma inglés, el 2 de septiembre de 1974. El Centro de Enseñanza de Idiomas se funda como Departamento de Idiomas de la UJAT, durante la rectoría del Ing. Cesar O. Palacio Tapia. Inicialmente, los cursos fueron dirigidos a las preparatorias dependientes de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco ubicadas en diversos puntos de la ciudad de Villahermosa. En este año se nombró director del Departamento de Idiomas al Dr. Nicolás Haiducek.

Conocer la manera en la que el alumno reacciona a los contenidos en la impartición de clases en el CELE campus chontalpa, con la ayuda de la obtención de datos con herramientas EEG resulta sumamente importante pues se generan datos directos a partir de la actividad cerebral de los alumnos lo que permite diseñar mejores materiales de apoyo o mejorar las intervenciones de los profesores en el aula.

1.2 Planteamiento del Problema

1.2.1 Definición del problema

Cuando los alumnos están frente a una clase procesan la información y la manera en la que usan los hemisferios cerebrales varían en cada uno, diversos factores pueden afectar en el comportamiento del alumno en el aula de clases, como son la luminosidad, sonoridad, visibilidad, distribución de los bancos, climatización, estos pueden alterar de cierta forma el proceso de enseñanza aprendizaje (Montico, S. 2009).

Según Keefe (1988), es un hecho que cada estudiante posee características particulares, como los rasgos afectivos, fisiológicos y cognitivos, que sirven como indicadores relativamente estables, de cómo éstos perciben, interaccionan y responden a sus ambientes de aprendizaje, lo que viene a ser los llamados estilos de aprendizaje (Morales, A., *et al.*, 2013).

Las neurociencias buscan comprender las bases biológicas de la conciencia y de los procesos mediante los cuales percibimos, actuamos, aprendemos y recordamos. Ya no estamos circunscritos a inferir a partir de observaciones del comportamiento los procesos mediante los cuales se lleva a cabo el complejo actuar humano, ahora estamos en posibilidad de estudiar los procesos cerebrales gracias a mejores técnicas de carácter no invasivo (Alcaraz, V., Gumá, E., 2001).

Hasta los tiempos actuales existe la necesidad en la actividad docente de contar con materiales digitales que permitan construir conocimientos en sus estudiantes de manera sencilla y acorde a las estrategias de aprendizaje de cada estudiante. Por ello los docentes se avocan a valorar la retroalimentación de sus alumnos activos para ajustar sus materiales, sin embargo, dicha retroalimentación habitualmente viene del contexto social.

Mediante las neurociencias y con los avances en las herramientas EEG no invasivas, el estudio del comportamiento cerebral en el salón de clases nos permitirá conocer que motiva a un alumno, en que momentos la atención se eleva, que condiciones les causan estrés, distracción o falta de interés, permitiendo que los profesores puedan hacer cambios pertinentes para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Los datos extraídos con los sensores EEG dan información sobre los procesos cerebrales empleados por parte de un alumno expuesto a diversos factores que afectan en un aula de clases, dichos datos se pueden contrastar y a partir del comportamiento observado y con ayuda de herramientas de análisis estadístico, conocer las tendencias que genera la herramienta digital en los alumnos, esto para que, con base en la información obtenida, se puedan hacer los ajustes correspondientes asegurando así que se logró transmitir la mayor cantidad de conocimiento.

La información que recaba un EEG no invasivo en alumnos expuestos a material digital en clases es muy útil para el profesor y el diseñador instruccional, podrán obtener información de en que momento el material deja de ser efectivo en cuanto a la generación de conocimientos, además sabrá si el material es atractivo, aburrido, si genera estrés o cualquier otra reacción cerebral que le cause al usuario.

Habitualmente emplear instrumentos como cuestionarios u observación, son más complicadas pues por lo general son impresas y generan gastos, además la información puede ser información contaminada por situaciones emocionales o percepciones por parte de los sujetos que emiten sus interpretaciones.

Mediante la lectura de las ondas cerebrales podremos analizar que es lo que pasa en el cerebro del usuario de una manera más certera y en tiempo real con ayuda de aplicaciones existentes, se pueden comprobar las formas de aprendizaje con datos reales obtenidos de sujetos de prueba en los que se observará que emoción está provocando el material mediado por tecnología. Los resultados pueden ser incluso más acertados que al aplicar cuestionarios.

En los últimos años las neurociencias han despertado la curiosidad de investigadores y docentes para conocer de que manera funciona el cerebro, repercutiendo así en el mejoramiento de la habilidad docente para enseñar y en la habilidad del estudiante para aprender, permitiendo como resultado diseñar nuevas estrategias de aprendizaje que permita mejorar las practicas inadecuadas y obsoletas de los sistemas educativos (De Aparicio, X. P. 2009).

1.2.2 Delimitación de la investigación

1.2.2.1 Alcances

- Leer la actividad cerebral al estar expuesto a materiales mediados por tecnología.
- Conocer que niveles de señales alfa actúan cuando el alumno está atento.
- Saber que situaciones generan atención por medio de la identificación de patrones afectan la atención del alumno.
- Graficar patrones de comportamientos

1.2.2.2 Limitaciones

- Se cuenta únicamente con un año para realizar la investigación.
- El estudio se hará en alumnos de un grupo específico del CELE campus Chontalpa.
- La herramienta EEG debe usarse en un alumno a la vez y se necesita tener un equipo de cómputo para observar mediante una aplicación la reacción cerebral del usuario al presenciar una clase.
- Las secuencias de actividades de enseñanza que emplee el profesor seleccionado
- No se intervendrá con el diseño curricular del curso
- Solo se tomarán los datos de speaking, reading individuales y grupales.

1.2.3 Preguntas de investigación

¿Es posible que las herramientas EEG ayuden a identificar en que momento el alumno deja de aprender?

¿Qué situaciones de enseñanza motivan más al alumno y cuales menos?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Identificar los momentos de atención en alumnos del CELE campus Chontalpa por medio de Neurociencias con el uso de EEG no invasivo.

1.3.2 Objetivos específicos

- Diseñar un espacio de laboratorio con sensores EEG (Electroencefalograma) para coleccionar datos cerebrales de los estudiantes mientras usan una plataforma educativa.
- Adquirir datos de los alumnos con una herramienta de software usando la diadema EEG.
- Interpretar datos de las reacciones cerebrales del alumno mediante una herramienta EEG al estar frente un material digital.
- Contrastar los datos obtenidos con la herramienta y lo observado durante la recolección de datos durante clases.
- Comparar los resultados obtenidos y proponer posibles mejoras al método actual de enseñanza.
- Observar si la manera de enseñar el idioma inglés sufre algún cambio significativo dependiendo de la manera en la que se imparte la clase.
- Identificar los momentos de atención del alumno durante la clase, con los datos obtenidos de la herramienta EEG no invasiva.

1.4 Justificación

1 La investigación que se propone resulta novedosa pues en México se han realizado pocas investigaciones con herramientas EEG no invasivas, las lecturas que se obtengan permitirán saber de manera más certera en que momento el alumno pierde interés o en que situaciones se motiva al momento de estar en una clase con diferentes métodos de enseñanza.

Se planea estudiar a un grupo de alumnos que estén tomando clases de manera normal y otro grupo al que se le presenten materiales didácticos mediados por tecnología.

El Centro para la Investigación e Innovación Educativas (CERI) de la OCDE nos advierte lo siguiente: El aprendizaje basado en el cerebro no es una panacea que resolverá todos los problemas de la educación. No obstante, las investigaciones dirigidas a la comprensión del aprendizaje y desarrolladas desde esta perspectiva pueden indicar ciertas direcciones a los especialistas, a los decisores políticos y a los prácticos de la educación que desearían disponer de

una enseñanza y un aprendizaje mejor fundados. Dichas investigaciones ofrecerán, además, mejores oportunidades a niños, jóvenes y adultos que padecen dificultades de aprendizaje (Ortíz, T., 2009. P. 19):

El estudio beneficiará a los desarrolladores de materiales educativos digitales y profesores que hacen uso de los materiales educativos digitales mediante el uso de una plataforma existente que se probará con dos grupos, uno experimental y uno de control, lo que permitirá observar la reacción de los alumnos en ambas situaciones. Dado que se desconoce realmente que parte del cerebro usan para aprender y en qué momento dejan de usar esas partes o bien que reacción cerebral ocasionan ciertos materiales educativos.

Este proyecto permitirá conocer la forma en la que reaccionan cerebralmente los usuarios al tener contacto con materiales educativos digitales a la que serán sometidos a prueba el grupo experimental, por ejemplo, se puede conocer si los materiales ocasionan relajación cerebral o bien estrés cerebral, así como el cansancio cerebral, así como las áreas del cerebro que se estimulan al llevar a cabo los procesos de aprendizaje y si son las mismas áreas del cerebro que usan todos los participantes. Mientras que al grupo de control se le impartirán clases normales, para poder comparar los comportamientos con diferentes métodos de transmisión de conocimiento.

Con los resultados obtenidos se podrá comprobar si los métodos de enseñanza actuales son efectivos y permitirá tomar las medidas necesarias para hacer ajustes a los Diseños Instruccionales actuales (DI).

Está investigación resulta importante pues la información recaudada servirá para adecuar las herramientas digitales para asegurar que los alumnos logren el conocimiento necesario, si esta investigación no se realiza, los datos que se obtendrán no serán de primera mano como los que nos proporciona una herramienta EEG.

Es importante conocer de mediante datos obtenidos directamente del cerebro de los estudiantes como procesan la información que se les presenta de manera digital, poder hacer las

modificaciones adecuadas depende de este análisis de datos propuesto mediante la herramienta de EEG.

La investigación generará un beneficio tanto a instituciones a nivel estatal como nacional, pues se puede aplicar en cualquier ambiente en el que se requiera analizar las carencias en el material digital para el aprendizaje que pueda tener un grupo de alumnos.

1.5 Metodología utilizada

1.5.1 Selección de Participantes

Se seleccionarán alumnos de manera aleatoria de segundo semestre de inglés del CELE campus Chontalpa de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

1.5.2 Herramienta EEG

Se seleccionó la herramienta EEG Mindwave de Neurosky la cual se conecta ya sea a un computador, celular o cualquier dispositivo que cuente con Bluetooth. El software permite observar el comportamiento cerebral del usuario y convertirlo en datos para su posterior análisis.

1.5.3 Montaje de laboratorio

Se montará un laboratorio con un equipo de cómputo con software para obtener datos mediante una diadema de EEG mientras están en clases.

1.5.4 Análisis y tratamiento de datos

Se contrastarán los datos obtenidos mediante el software para recolección de datos de la diadema EEG contra lo observado en clases, para así dar un análisis de lo que sucede en el alumno durante la clase.

1.6 Enfoque investigación

La investigación tendrá un enfoque cualitativo, pues se recolectará y medirá información con ayuda de una herramienta no invasiva de EEG, que nos permitirá analizar patrones de comportamiento cerebral y se contrastará con la observación de los comportamientos observados durante la clase.

La metodología utilizada se puede observar en la Ilustración 8.

1.7 Fuentes de investigación

Se emplearán artículos con enfoque de neurociencias cognitivas donde se abordará el tema desde un enfoque biológico del funcionamiento cerebral a fin de declarar los conceptos de los procesos cerebrales que se requieren contra los procesos cerebrales que pudieran demandarse en una actividad. Se recurrirá a fuentes primarias de investigación como tesis y publicaciones científicas impresas o en internet para tener material de primera mano que sustente la investigación.

Kolb clasifica los alumnos en cuatro grupos: Activo, Reflexivo, Teórico y Pragmático, basándose en la forma en la que trabajan y procesan la información. Cuando un alumno parte de una experiencia concreta y directa es activo, si por otro lado se parte de una experiencia abstracta que se obtuvo de algo que otra persona dijo o información que se leyó acerca de un tema en específico entonces el alumno es teórico.

Kolb considera que el aprendizaje es óptimo cuando se pasa por las cuatro fases, aunque por lo general un alumno promedio se inclina hacia uno o a lo mucho dos de estos grupos, lo que permite clasificar mejor a los alumnos según la forma en la que procesan la información.

Al obtener lecturas del proceso cerebral se puede observar con mayor precisión en que momento el alumno entra en estado de relajación extrema, cuando está motivado, dependiendo de las ondas que se activen, por ejemplo: las ondas alfa aparecen en los estados en que la atención está

dirigida a tareas cognitivas externas, esto quiere decir que el alumno está motivado pues está recibiendo estímulos positivos para él.

1.8 Instrumento para la recolección de datos

Los datos se obtendrán mediante una diadema EEG la cual va a realizar la adquisición de datos neurofisiológicos generados por la actividad cerebral y por medio de una computadora en la que se almacenarán dichos datos.

Se recolectarán datos con la ayuda de una diadema Mindwave de Neurosky a alumnos del CELE campus Chontalpa.

1.9 Población de estudio

El estudio se realizó con ayuda de estudiantes de segundo semestre del idioma inglés del CELE campus Chontalpa de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Capítulo II. Marco teórico

2.1 Marco referencial

La Neurociencia ha experimentado un enorme desarrollo en las cuatro últimas décadas que la ha convertido en una de las disciplinas biomédicas de mayor relevancia en la actualidad. Ha contribuido a ello, junto con otros factores, el creciente impacto de las enfermedades del sistema nervioso en las sociedades occidentales (Giménez, J., Murillo, J., 2007).

La iniciativa The Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies® (BRAIN) es parte de un nuevo enfoque presidencial orientado a revolucionar nuestro entendimiento del cerebro humano. Acelerando el desarrollo y aplicación de tecnologías innovadoras, los investigadores serán capaces de producir una nueva y revolucionaria manera de visualizar el cerebro, que, por primera vez, muestre como las células individuales y los circuitos complejos neuronales interactúan en tiempo y espacio. Ha sido deseado por los investigadores durante mucho tiempo la búsqueda de nuevas formas de tratar, curar e incluso prevenir desórdenes mentales, esta nueva manera de visualizar el cerebro logrará cerrar las brechas de nuestro actual conocimiento y proveerá oportunidades sin precedentes para explorar como el cerebro permite que el cuerpo humano grabe, procese, utilice, almacene y busque grandes cantidades de información, todo a la velocidad del pensamiento (BRAIN Initiative, 2016).

Neurociencias aplicadas a la educación.

El desarrollo de técnicas no invasivas de diagnóstico, que permiten construir imágenes relativas a la activación de diferentes áreas cerebrales como consecuencia de procesos cognitivos o emocionales, ha ido aportando información significativa y hallazgos relevantes para comprender, desde sus fundamentos, los procesos de aprendizaje y orientar mejor las políticas y las prácticas educativas (Ortíz, T., 2009. P. 17).

El Centro para la Investigación e Innovación Educativas (CERI) de la OCDE nos advierte lo siguiente: El aprendizaje basado en el cerebro no es una panacea que resolverá todos los problemas de la educación. No obstante, las investigaciones dirigidas a la comprensión del aprendizaje y desarrolladas desde esta perspectiva pueden indicar ciertas direcciones a los especialistas, a los decisores políticos y a los prácticos de la educación que desearían disponer de una enseñanza y un aprendizaje mejor fundados. Dichas investigaciones ofrecerán, además, mejores oportunidades a niños, jóvenes y adultos que padecen dificultades de aprendizaje (Ortíz, T., 2009. P. 19).

Los aportes de las neurociencias, en cuanto a las investigaciones sobre el cerebro, han dado una mayor comprensión de cómo funciona y ello repercute en el mejoramiento de la habilidad del docente para enseñar, así como también en la habilidad del estudiante para aprender, toda vez que los resultados de estas investigaciones permiten diseñar nuevas estrategias de aprendizaje que puedan solventar, entre otras cosas, la proliferación de las prácticas inadecuadas, obsoletas, que afectan al sistema educativo actual (P. Xiomara., 2009. P. 3).

La educación emocional es una respuesta a las necesidades sociales que no están suficientemente atendidas en el currículum académico ordinario. Entre estas necesidades están la presencia de ansiedad, estrés, depresión, violencia, consumo de drogas, suicidios, comportamientos de riesgo, etc. Todo ello es, en gran medida, consecuencia del analfabetismo emocional (Bisquerra, R., 1999). Las emociones son una parte importante en el proceso de aprendizaje, que normalmente son pasadas por alto, pero afectan en el alumno por diferentes factores, mediante el uso de herramientas EEG se puede observar las emociones y reacciones de los alumnos durante el proceso de aprendizaje, lo que antes solía pasarse por alto, puede ser analizado con ayuda de estas herramientas.

Algunos ejemplos de herramientas de Electroencefalograma (EEG) no invasivos para recolección de datos de neurociencias son:

TOBI es una tecnología no invasiva combinada con tecnologías existentes y protocolos de rehabilitación. En esos acercamientos híbridos los usuarios pueden analizar interacciones basadas en músculos o cambiar entre diferentes formas de interacción.

La BCI (Brain Computer Interface) no invasiva está basada en señales de EEG. La EEG es almacenada a través de electrodos localizados en la cabeza del usuario. Esta tecnología no es invasiva y solo almacena la actividad eléctrica cerebral sin interferir con ella.

Neurosky, maneja una variedad de diademas con sensores que detectan ondas cerebrales de manera segura y pasiva, interpretando su significado y reflejando los resultados en una aplicación para su interpretación y análisis.

2.2 Marco conceptual

La Electroencefalografía es el registro y evaluación de los potenciales eléctricos generados por el cerebro y obtenidos por medio de electrodos situados sobre la superficie del cuero cabelludo.

El electroencefalograma (EEG) es el registro de la actividad eléctrica de las neuronas del encéfalo. Dicho registro posee formas muy complejas que varían mucho con la localización de los electrodos y entre individuos. Esto es debido al gran número de interconexiones que presentan las neuronas y por la estructura no uniforme del encéfalo.

El encéfalo, contenido en el cráneo, es la parte más voluminosa del sistema nervioso central (SNC), que continúa en la médula espinal, contenida en la columna vertebral, y en los nervios sensitivos y motores que llevan, respectivamente, información sensorial al encéfalo y el control de la musculatura del esqueleto (Barea, R. 2012).

Estilos de aprendizaje

A continuación, se describen brevemente los principales modelos de teoría de Aprendizaje:

Modelo de Kolb.

Clasifica los alumnos en cuatro grupos: Activo, Reflexivo, Teórico y Pragmático, basándose en la forma en la que trabajan y procesan la información.

Para Kolb cuando un alumno parte de una experiencia concreta y directa es activo, si por otro lado se parte de una experiencia abstracta que se obtuvo de algo que otra persona dijo o información que se leyó acerca de un tema en específico entonces el alumno es teórico.

Cuando las experiencias concretas o abstractas se transforman en conocimiento mediante la reflexión el alumno es reflexivo, en caso de construir el conocimiento experimentando con la información recabada el alumno es pragmático.

Kolb considera que el aprendizaje es óptimo cuando se pasa por las cuatro fases, aunque por lo general un alumno promedio se inclina hacia uno o a lo mucho dos de estos grupos, lo que permite clasificar mejor a los alumnos según la forma en la que procesan la información.

Modelo de Programación Neurolingüística.

Este modelo de Bandler y Grinder, considera que existe una preferencia mental de registrar y procesar la información, representándose en tres formas: Visual, Auditivo o Kinestésico.

Los alumnos visuales aprenden mejor cuando se les presenta la información escrita o cuando está representada de alguna manera, este alumno por lo general toma notas y prefiere tener material que permita leer lo que requiere comprender.

En la forma auditiva el alumno prefiere que la información le sea explicada de forma oral, pueden incluso estudiar repitiendo las cosas en voz alta cuando requieren memorizar. Este tipo de representación es útil en el aprendizaje de idiomas y música.

El alumno es kinestésico cuando procesa la información mediante movimientos y sensaciones, este tipo de alumno aprende mejor cuando realiza actividades.

Modelo de Inteligencias múltiples de Gardner

Declara siete tipos de inteligencia Intrapersonal, Interpersonal, Musical, Espacial, Corporal Kinética, Lógica Matemática y Lingüística.

En la inteligencia intrapersonal el alumno se conoce a sí mismo y sus habilidades para actuar y resolver los problemas, por lo que sabe que es lo que requiere hacer cuando necesita alcanzar cierto objetivo.

Cuando una persona desarrolla la inteligencia interpersonal, puede mediante la manera que percibe el comportamiento de las otras personas influenciarlos para seguir cierto camino, este tipo de inteligencia es importante desarrollarla, por ejemplo, cuando se es un agente de ventas, pues se tiene que convencer a los clientes a lograr la meta que nosotros requerimos.

La inteligencia musical es la capacidad de percibir, discriminar, transformar y expresarse mediante música, este tipo de inteligencia está relacionada con la inteligencia lingüística que es muy útil al momento de aprender idiomas nuevos.

La inteligencia lógico-matemática es la capacidad de usar los números de manera efectiva y razonar de manera adecuada, los tipos de proceso relacionados con ella son la clasificación, generalización, cálculo, inferencia, categorización y la demostración de hipótesis.

La capacidad para usar todo el cuerpo para expresar ideas y sentimientos, así como la facilidad del uso de las propias manos para construir y transformar cosas es por el desarrollo de la inteligencia corporal-kinética. Este tipo de inteligencia incluye el desarrollo en habilidades como coordinación, equilibrio, fuerza y flexibilidad.

La mayoría de las personas tenemos estos tipos de inteligencia, pero depende de la manera en la que interactúa con el entorno, el contexto cultural y los factores genéticos para desarrollar alguna más que otra.

2.3 Marco Tecnológico

Se usará una herramienta de EEG no invasiva de la marca Neurosky, esta proporciona una variedad de aplicaciones que permiten analizar los datos obtenidos para manipularlos posteriormente con software de análisis para tratar la información.

Los datos que se obtienen mediante los algoritmos permiten medir, la atención, meditación, parpadeo, esfuerzo mental, familiaridad, espectro emocional, preparación cognitiva, creatividad y alerta.

La atención esta indica la intensidad de concentración o atención, los niveles de atención incrementarán cuando el usuario se concentre en un pensamiento u objeto externo y disminuirá cuando se distraiga. En educación este algoritmo permite monitorear y medir la efectividad al momento de intentar enganchar al alumno.

La Meditación, permite cuantificar la habilidad del usuario para entrar en estado de relajación o estrés del usuario, el nivel aumenta cuando está relajado y aumenta cuanto está estresado.

La frecuencia de parpadeo está relacionada con nerviosismo o fatiga. El parpadeo es parecido en el sistema binario al encendido/apagado y es medido de esta manera, en aplicaciones para la comunicación un parpadeo significa si y dos no, lo que permite a personas con necesidades especiales el poder comunicarse de forma sencilla.

El esfuerzo mental, a mayor esfuerzo mayor el valor obtenido mediante el algoritmo. Este algoritmo trabaja perfectamente con tareas físicas y mentales, puede ser usada para monitorear efectos cognitiva y la habilidad de aprender del usuario.

Familiaridad, rastrea el proceso de aprendizaje para medir el nivel de comprensión, aprendizaje o comodidad en una tarea lo que permite observar y entender el proceso de aprendizaje del usuario.

Apreciación, mide el nivel de emoción que siente el sujeto al recibir un estímulo audiovisual. Puede ser útil en materiales didácticos para saber lo que siente el usuario cuando se le presentan.

Espectro emocional, muestra la intensidad y placer en la actividad emocional.

Una Señal placentera/no placentera, identifica cuando el usuario está sintiendo o no placer. Emociones placenteras pueden ser felicidad, serenidad, relajación, etc. No placenteras enojo, disgusto, tristeza, etc.

Intensidad en el espectro emocional, refleja que tan fuertes son las emociones del usuario, los niveles de intensidad van desde muy bajos, bajos, fuertes, hasta muy fuertes.

Preparación cognitiva, mide la capacidad del cerebro para comportarse de manera óptima en una tarea relativamente compleja o en otras palabras la capacidad del cerebro para alcanzar altos niveles en las funciones cognitivas.

Creatividad, mientras más creatividad, más intensa son las ondas cerebrales que promueven la innovación y pensamiento creativo.

Alerta, mientras más altos los valores el usuario reflejará un estado de alerta mientras que si son bajos representan un estado mental de relajación.

Conforme a la tabla 1, la frecuencia eléctrica de las ondas cerebrales, se presentan en un rango de 0.2 a 90 Hz y se dividen en sub-rangos que se identifican como frecuencias Delta, Theta, Alfa, Beta, Gamma dependiendo de la intensidad de las ondas.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Onda cerebral	Frecuencia eléctrica	Descripción
Delta	0.2–4 Hz	Son ondas muy lentas, pero también las que tienen mayor amplitud. Son características de cuando el individuo está dormido y predominan durante el sueño. Predominan cuando nuestros sentidos están procesando información interna y estamos desconectados del mundo exterior. Se presentan también durante la meditación profunda. Son muy importantes durante el aprendizaje y memoria.
Theta	4–8 Hz	También se producen durante la transición entre vigilia y sueño. Se produce Theta en estados de intuición o procesando información inconsciente por ejemplo procesando traumas, pesadillas o miedos. Predominan cuando el Sistema Nervioso Central se encuentra en reposo, relajado pero despierto y atento. Si hay déficit de alfa el individuo tiene dificultad para relajarse.
Alfa	8–12 Hz	Esta frecuencia ayuda a la coordinación mental, la integración mente/cuerpo, la calma y la alerta. También es una frecuencia que el cerebro utiliza como una gratificación después de un trabajo bien hecho. Aparece en los estados en que la atención está dirigida a tareas cognitivas externas. (Al contrario de las ondas Theta, las cuales aparecían durante los estados cognitivos internos)
Beta	12–30 Hz	La frecuencia es rápida, está presente cuando estamos atentos y envueltos en la resolución de tareas o problemas cotidianos, también durante la toma de decisiones o cuando estamos concentrados. Beta se puede subdividir en:
Beta 2	15-22 Hz	Cuando el Sistema Nervioso Central se encuentra comprometido en una tarea.
Beta 3	22-30 Hz	Cuando el SNC se encuentra envuelto en cogniciones altamente complejas, o integrando nuevas experiencias También puede significar un estado de ansiedad o excitación como sería el caso de Individuos que padecen de un Trastorno de Ansiedad Generalizada
Gamma	30-90 Hz	Se relacionan con el proceso de información simultánea en varias áreas del Sistema Nervioso Central. Se observan ráfagas de ondas Gamma cuando el cerebro está en estado de alta resolución. (Ejemplo durante el cálculo de una fórmula matemática). También se observan en estados de espiritualidad, sensación de altruismo, amor u otros estados de virtualidad. Gamma modula las percepciones y la consciencia, desaparece durante la anestesia.

Tabla 1 Clasificación de frecuencia de ondas cerebrales

2.4 Marco Legal

La herramienta que se usará en el estudio es la diadema MindWave de Neurosky, el software y los drivers vienen incluidos y no hay un límite de equipos en los que pueden ser instalados. De requerirse una aplicación o querer desarrollar una propia se puede acceder a la página oficial www.neurosky.com en donde se encuentra material para desarrolladores e investigadores.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Capítulo III. Aplicación de la metodología y desarrollo

1

3.1 Selección de participantes

Se eligieron alumnos de segundo semestre de inglés en el CELE en el horario vespertino de 11 a 12 horas y de 13 a 14 horas, los grupos estaban conformados de 15 a 20 personas. Se seleccionaron alumnos al azar dispuestos a usar la diadema, se les explicó en que constaba el estudio y para no generar datos de estrés excesivo se sometió a la prueba a alumnos que quisieran ayudar por voluntad propia. En total fueron diez alumnos tres mujeres y siete hombres, se midió desde el principio de la clase hasta que esta terminaba, las lecturas duraron un máximo de 45 minutos y un mínimo de 30 dependiendo de la clase y si se presentó algún problema de conexión en algún momento.

3.2 Herramienta EEG

Se seleccionó la diadema Mindwave de Neurosky pues es una tecnología de costo accesible y es usada para diversos fines como la investigación, educación y salud. En la página de internet de la empresa se encuentra un amplio catálogo de aplicaciones para móviles o PC para recolectar datos de la diadema, juegos, entre otras.



Ilustración 1. Diadema EEG Mindwave

La diadema cuenta con dos sensores uno localizado en el área de la frente pues esta área cuenta con poco vello y ofrece claridad en las señales EEG permitiendo la precisión de los datos, además este lugar es ideal para medir procesos cognitivos como atención y relajación, debido a la proximidad con los ojos también posibilita la detección del parpadeo y el sensor del lóbulo de la oreja sirve como referencia eléctrica neutra para medir con más precisión. La posición del electrodo de la frente recibe el nombre de FP1 según el sistema internacional 10/20 (véase Ilustración 2), el cual es un método reconocido para describir la localización de los electrodos del cuero cabelludo o pericráneo. Esta parte de la corteza prefrontal desarrolla ampliamente parte del cerebro que nos separa de otros mamíferos pues es responsable de la ejecución de tareas cognitivas. Comportamientos complejos y actividades mentales simultaneas necesitan un tipo de memoria que sigue las tareas que se están llevando a cabo en estado de pausa o en ejecución.

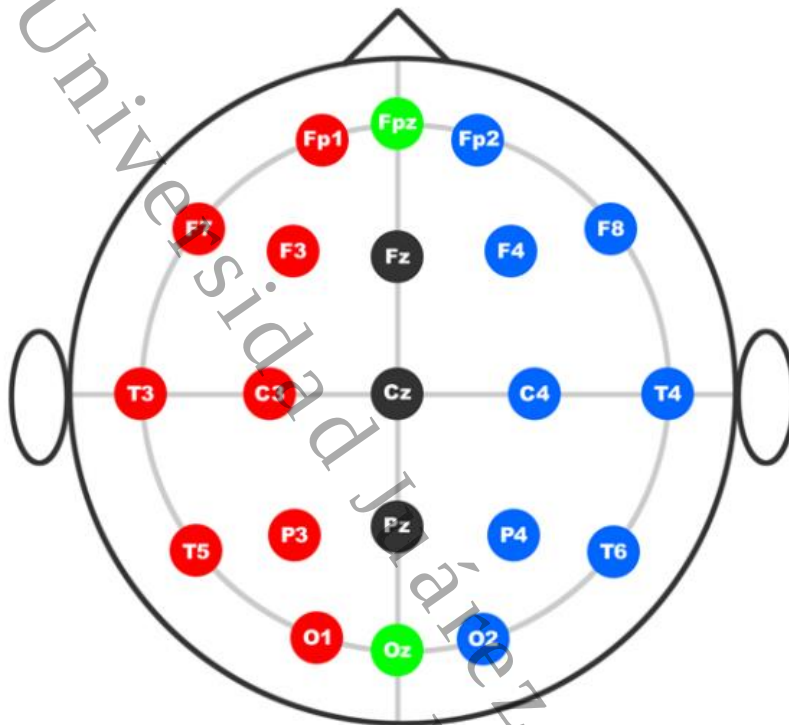


Ilustración 2. Nombre de la localización de los electrodos según del sistema internacional 10/20

Mindwave mide de manera segura las señales EEG (ondas alfa, beta, etc.), las métricas eSense de Neurosky (atención y meditación) y el parpadeo. El dispositivo consiste en una diadema, un clip que se conecta a la oreja y un brazo sensor. La referencia de la diadema y los electrodos de tierra están en el sensor de la oreja y el electrodo EEG se localiza en el brazo sensor que descansa sobre la frente encima de los ojos (posición FP1). Utiliza una batería AAA con 8 horas de funcionamiento.

El lóbulo frontal es el encargado de realizar procesos cognitivos complejos conocidos como Funciones Ejecutivas, las funciones como la memoria, el lenguaje, movimiento, autoconciencia, originalidad y creatividad dependen de este lóbulo. Además, lleva a cabo el control de habilidades cognitivas más básicas aprendidos por medio de la práctica o la repetición, incluyendo habilidades motoras y cognitivas, como la lectura, la memoria o el lenguaje.

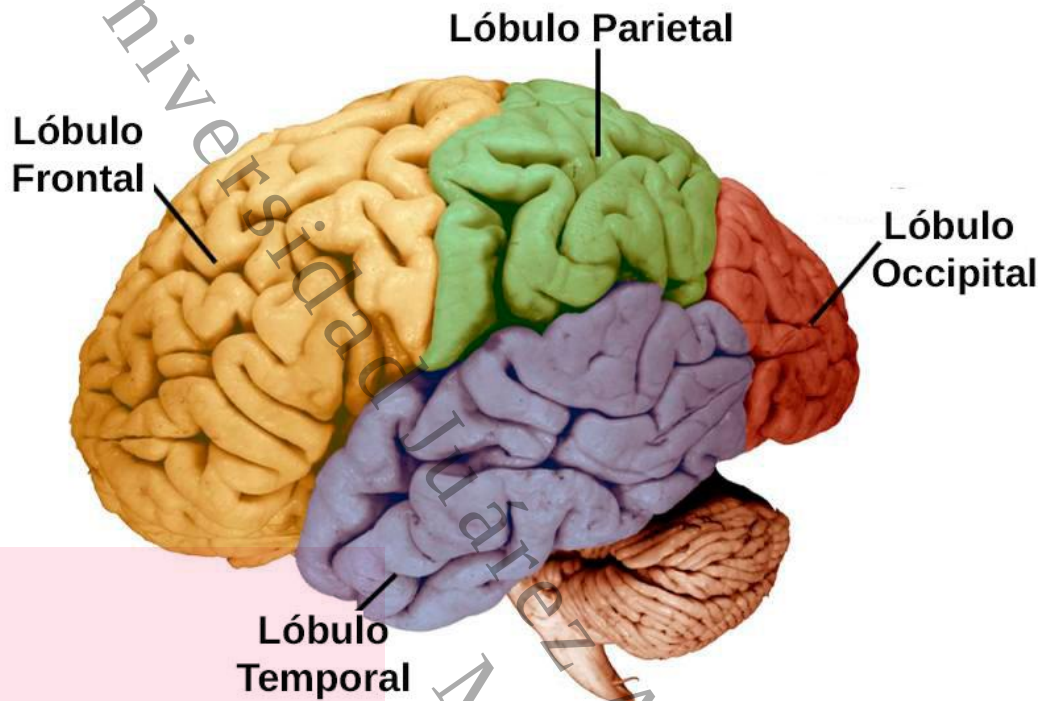


Ilustración 3. Ubicación de los lóbulos cerebrales

3.3 Laboratorio portátil EEG

El laboratorio portátil con el cual se realizaron las intervenciones con TI mediante sensores EEG no invasivo para leer la actividad cerebral de estudiantes del segundo semestre del idioma inglés en el CELE campus Chontalpa, se usó una La laptop utilizada en el estudio fue una computadora Hacer Aspire E5-523, con 8 GB de RAM, procesador de 64 bits y software Windows 10 Home.

Para la investigación se seleccionó la App NeuroExperimenter (ver Ilustración 4) creado por Fred Mellender, pues permite observar el comportamiento de las ondas cerebrales y además algunos estados mentales como es meditación, relajación y concentración (ejemplo de gráfica de estados de meditación y atención, Ilustración 5). Esta aplicación genera los datos en varios formatos

como el de "valores separados por coma" (.csv) o también puede exportarse para programas estadísticos como R (Mellender, F. 2016).

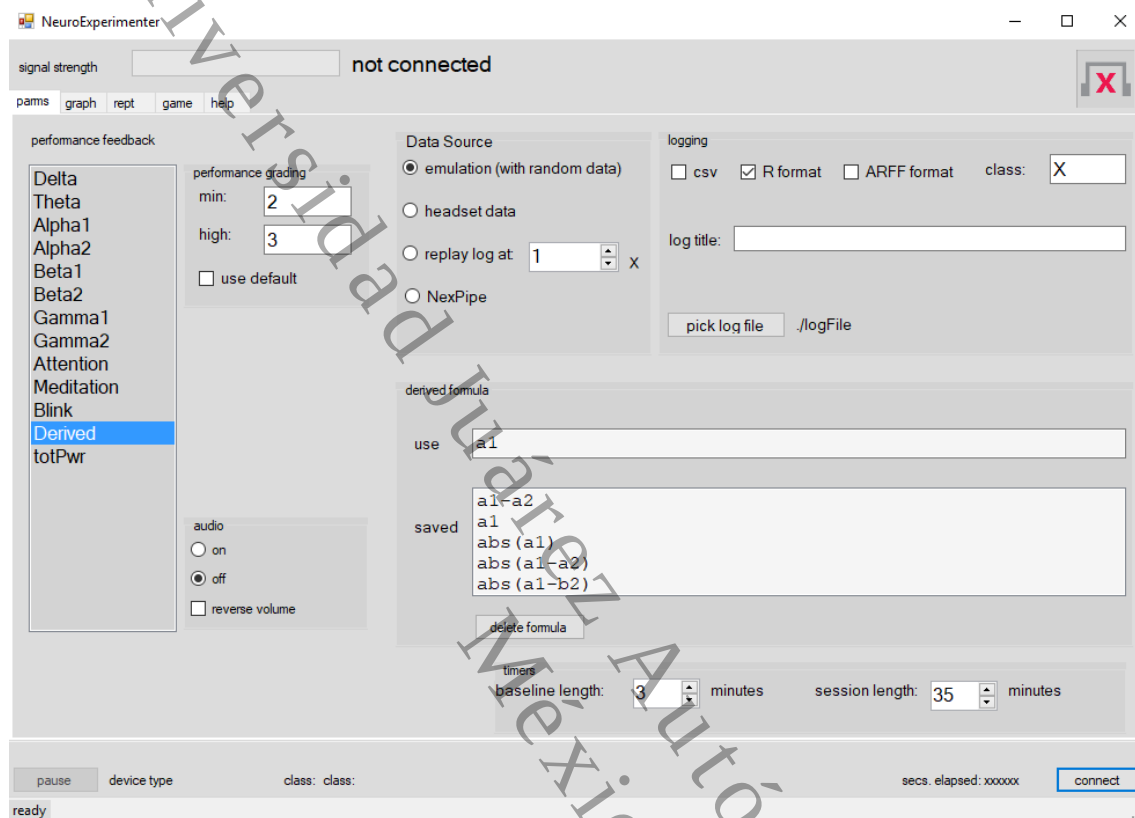


Ilustración 4. Pantalla principal del software NeuroExperimenter

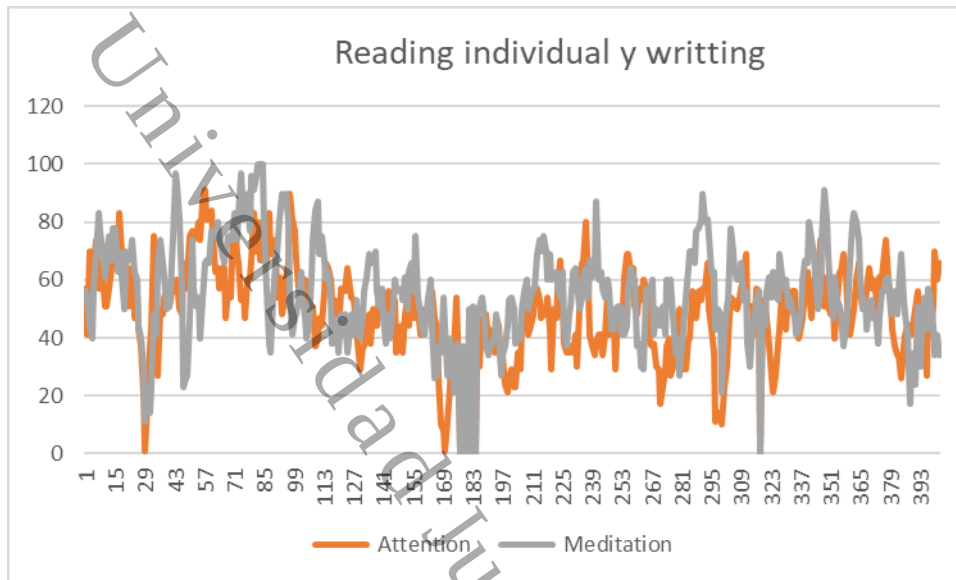


Ilustración 5. Ejemplo de gráfica generada con datos extraídos con NeuroExperimenter

El alumno fue seleccionado de forma voluntaria, esto para minimizar el estrés causado al saber que se usaría una herramienta que mediría señales cerebrales durante la clase. Se contó con el apoyo de la maestra en todo momento tanto para que el alumno estuviera lo más cómodo posible, así como para el montaje del laboratorio y durante todo el tiempo que se realizó la recolección de los datos. Se le colocaba la diadema de manera cuidadosa procurando que todos los sensores hicieran contacto con la piel del alumno. Posteriormente se verificaba en la computadora que se estuvieran recibiendo las señales de forma correcta de no ser así se ajustaba la diadema hasta recibir la señal.

Por lo general el alumno no presentaba ningún problema de incomodidad en el uso de la diadema, en caso de presentarse algún inconveniente se le solicitó al alumno hacerlo saber para reajustar la diadema, de los principales problemas que se presentaron durante las tomas de datos fueron la desconexión de la diadema por movimientos bruscos del alumno. La duración máxima del estudio fue de 50-60 minutos aproximadamente.



Ilustración 6. Ejemplo de colocación de la diadema

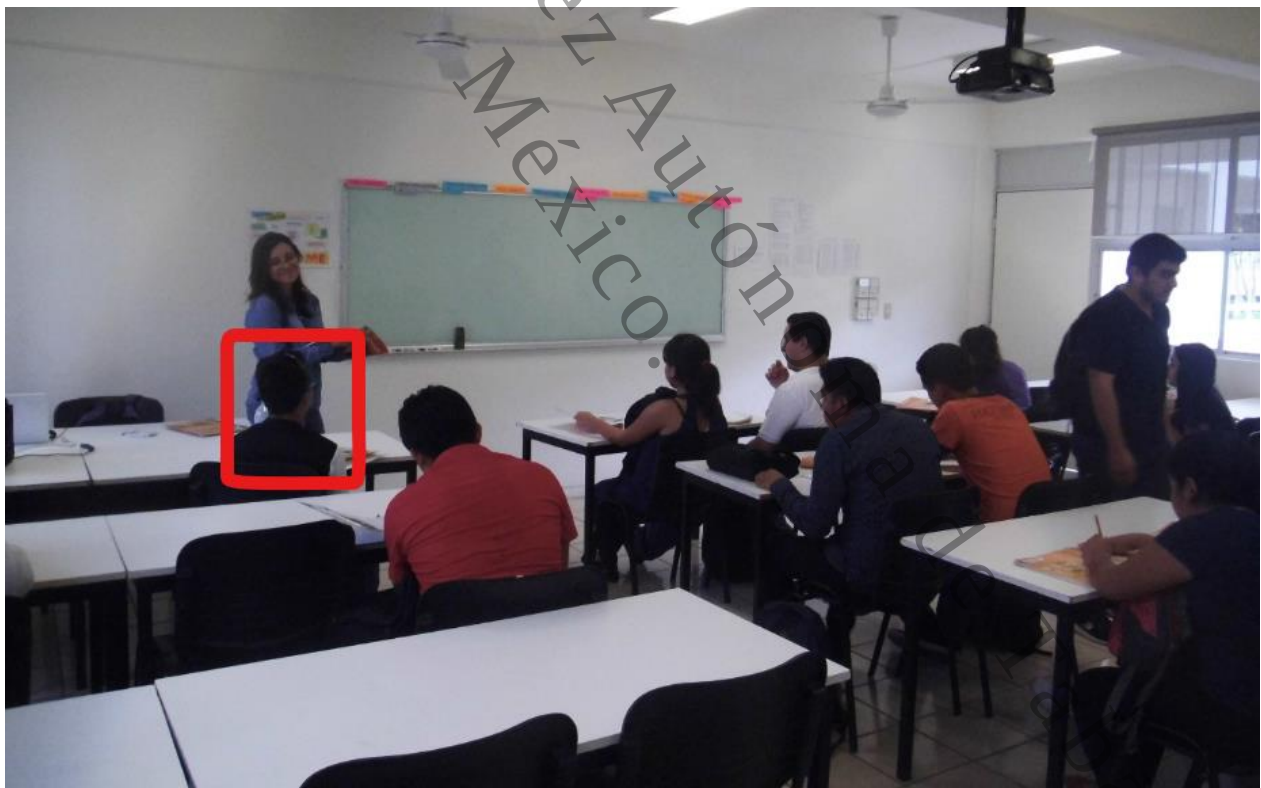


Ilustración 7. Alumno con la diadema durante clases de inglés en CELE Chontalpa

3.4 Detección de necesidades

Con la aceptación del uso de las tecnologías en el salón de clases surgen una serie de incógnitas para el profesor, ya que se desea saber en qué momento el alumno pierde interés en el material usado en clase y que tipo de reacciones provoca el mismo. Es importante conocer si el profesor está logrando lo que desea con los materiales que usa actualmente, en que actividades el alumno está bajando su atención.

Se realizó una visita al Centro de Enseñanza de Lenguas Extranjeras (CELE) campus Chontalpa y al dialogar con los profesores, comentaron que tienen la necesidad de saber que tanto se logra enganchar a los alumnos al presentar material digital como complemento a sus clases pues no cuentan con ninguna herramienta que les brinde esta información.

3.4.1 Determinación de la muestra

Los alumnos voluntarios del CELE que participaron en el estudio segundo nivel de inglés, pues son los alumnos más propensos a desertar, y se seleccionaron los horarios de 12 a 2 pm, pues cuentan con un mayor número de alumnos inscritos y los profesores procuran el uso de material digital para motivar a los alumnos, se seleccionó de forma aleatoria a los alumnos sin importar su sexo, para observar las reacciones que tienen durante la clase.

3.4.2 Ética

Se solicitó formalmente a la institución el acceso a los grupos necesarios para realizar el análisis, se les explicó en qué consistía la investigación, se puede consultar el documento en el anexo B.

Dado que la recolección de datos se lleva a cabo mientras se imparten las clases, se guarda el debido respeto al profesor, guardando silencio y ocupando un lugar en el que no se interfiera con las actividades que los alumnos realizan durante la clase.

3.4.2.1 Privacidad y confidencialidad.

Los participantes participan de forma voluntaria y sin presión alguna, no se les pide ningún dato personal para proteger la confidencialidad de la información obtenida y es resguardada para los fines que requiera la investigación.

3.5 Etapa de pre-análisis

Los profesores de inglés se basan en ciertos principios pedagógicos, como el planificar para potenciar el aprendizaje, generar ambientes de aprendizaje, poner énfasis en el desarrollo de la competencia, utilizar materiales educativos para favorecer el aprendizaje. El maestro debe lograr incorporar esos principios en su metodología y adaptarlos de manera correcta para integrar el material tecnológico en clase y construir el conocimiento. Sin una adecuada metodología no se logra integrar la tecnología, pero como logra el profesor saber si la inclusión tecnológica tuvo éxito o no.

Se realizó un análisis exploratorio, se representarán gráficamente con ayuda de histogramas que permitirán observar los máximos y mínimos de los promedios de las ondas cerebrales del alumno durante clases, así como las variaciones que puedan existir. Con ayuda de analíticas visuales se tratarán los datos obtenidos de cada estudiante que son más de mil datos generados por alumno, de tal forma que se puedan apreciar las tendencias en su comportamiento de manera más fácil.

En la primera clase pude observar que el grupo se conforma por alumnos del segundo nivel de inglés. La clase se les da a los alumnos en aulas climatizadas y bien iluminadas, un posible distractor en clase es la entrada de alumnos que llegan hasta media hora tarde. Asistieron aproximadamente 16 alumnos, el salón cuenta con mesas con sillas suficientemente amplias para dos alumnos, hay un pintarrón, proyector, computadora y bocinas.

3.6 Etapa de análisis

La sesión inicia cuando la maestra entra a clases hablando inglés en todo momento, comienza preguntando la fecha y los alumnos deben contestar en inglés, ella les corrige en caso de errores y muestra la manera correcta para escribirla, así como su correcta pronunciación.

Posteriormente le pide a la clase que abran sus libros en la página 11, les pide lean en silencio mientras escuchan el audio correspondiente a la lectura, esto con la finalidad de que escuchen la manera correcta de pronunciar lo que leen.

Al terminar la lectura les pide a los alumnos que lean en voz alta, de forma grupal la conversación los varones leen el texto correspondiente al hombre y las mujeres el dialogo de la chica, la maestra se mueve entre los alumnos tratando de escuchar uno por uno y corrige, Les pide realizar la misma actividad una vez más, pero invirtiendo los papeles.

Cuando concluyen la actividad les proyecta una actividad que tendrán que completar con respecto a una lectura que le dio a cada uno.

La maestra solicita participación voluntaria, para comprobar la pronunciación y el razonamiento de los alumnos.

3.7 Etapa de Diseño

La recolección de datos será en dos grupos del CELE de primer grado de inglés expuestos a clases normales y mediadas por tecnología, se tomó la decisión de asistir a 10 sesiones seleccionando a un alumno por sesión y tomar las actividades que fueran comúnmente usadas por la profesora siendo éstas el reading, speaking individuales y grupales, así como el uso de presentaciones.

Para llevar a cabo la investigación se seguirán los siguientes pasos:

- Selección de alumnos de manera aleatoria

- Calibración de diadema
- Lectura de la actividad cerebral del alumno
- Tomar nota de lo que sucede en la clase para posteriormente cruzar la información con los datos de la diadema
- Analizar los datos

Todo con la finalidad de obtener datos fisiológicos obtenidos a partir de la actividad cerebral de cada alumno durante cada actividad de forma individual, lo que permite informar a los maestros en que momento el alumno deja de adquirir conocimiento, así poder hacer las modificaciones a su método de enseñanza para lograr generar el aprendizaje deseado.

3.8 Etapa de Desarrollo

Desde un enfoque empirista-inductivo, la investigación busca encontrar relaciones causa-efecto, al presentarse una serie de materiales durante una clase de inglés, pues se recolectarán datos fisiológicos con ayuda de una herramienta EEG no invasiva, y se utilizará la estadística descriptiva para mostrar los datos obtenidos.

1

La metodología por seguir estará basada en el modelo de descartes, quien propone que el primer paso es enunciar problema, posteriormente dividir el problema en sus unidades más simples, sus partes componentes, dado que uno puede percibir directa e inmediatamente lo que es claro y distinto en estas unidades más simples, para así rearmar la estructura total de una manera lógica.

El paradigma de la investigación tiene un enfoque hermenéutico ya que como lo indica su definición “es el arte basado en la interpretación de textos”, los datos recolectados con la herramienta se muestran como datos cuantitativos que pueden someterse a tratamiento y su debida interpretación.

Con esto se busca conocer cómo funciona el cerebro cuando el alumno pone atención, aprende, se aburre, distrae, etc., durante una clase que hace uso de diferentes métodos de enseñanza.

El método que se usará será el método exploratorio secuencial mezclado. En este método el componente cualitativo es usado principalmente para generar teoría o componentes teóricos específicos. El componente cuantitativo es usado en para probar las ideas generadas por el componente cualitativo.

Se incluye el diagrama de flujo en la Ilustración 8 del proceso de recolección de datos para la investigación con la diadema EEG no invasiva.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

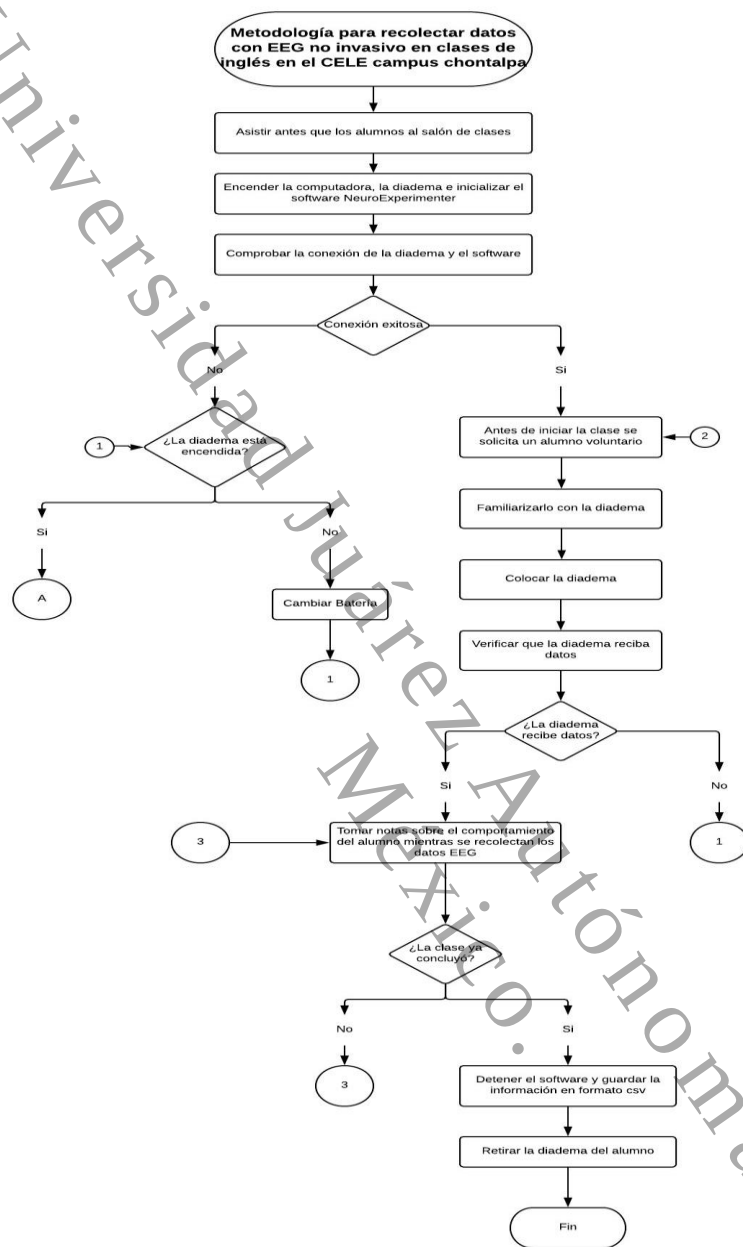


Ilustración 8. Diagrama de flujo de la metodología para la recolección de datos con EEG no invasivo para la investigación

3.9 Realización

Se asistió a las clases de segundo semestre de inglés del CELE campus Chontalpa, por aproximadamente un mes, unas cuantas sesiones para acordar con el director de campus a que grupos podía tener acceso y durante diez sesiones de aproximadamente dos semanas de duración para recolectar la información con la diadema.

Se consideró tomar diez alumnos de un total de aproximadamente veinte alumnos que asistían al salón de clases. Previo a la clase se tuvo una conversación con la profesora para solicitar su apoyo, respaldándonos con la autorización que nos dio la coordinadora de DCELE (véase anexo B), se le explicó en que consistía el experimento para tener las facilidades necesarias de acceder y permanecer a lo largo de sus clases.

La profesora ayudo para que el alumno tuviera confianza y aceptara de forma voluntaria en su participación en el experimento, se les colocó la diadema justo al iniciar la clase ya que la mayoría de los alumnos habían ingresado al aula, se siguió el procedimiento que se detalla en el diagrama de flujo de la ilustración 8.

Al quitarles la diadema se extrajeron los datos en formato csv, para poder visualizarlos posteriormente de manera gráfica y se respaldaron en Dropbox y Google Drive.

Capítulo IV. Pruebas y resultados

4.1 Alumnos durante presentación

Los datos EEGQ (ondas EEG cuantificadas) de las gráficas de atención y meditación fueron construidas a través de los algoritmos propuestos por la empresa Neurosky los cuales ya han sido avalados en proporcionar información precisa ya que consideran el uso de las ondas alfa, beta, teta, delta, gamma, haciendo su producto final de atención y meditación.

Se he descubierto mediante experimentos en animales que la frecuencia Alfa es un indicador de velocidad cognitiva y funcionamiento de la memoria. La frecuencia alfa está altamente relacionada con la velocidad de procesamiento de información medidas mediante tiempo de reacción. Sujetos con alfa alta reflejan tiempos de reacción más rápido, alfa bajo refleja tiempos de reacción lentos. Según estudios Teta está relacionada con los procesos de memoria, Teta aumenta conforme el sujeto demanda memoria y está presente en la zona hipocampal (Klimesch, W. 1999).

Neurosky maneja rangos para interpretar los eSense (meditación y atención), al obtener un valor entre 40 a 60 es considerado neutral, un valor entre 60 y 80 está algo elevado, los valores de 80 a 100 son considerados como elevados.



Ilustración 9. Promedio de atención durante presentación

Podemos observar en la Ilustración 9, que la atención durante la presentación en power point de la maestra tiene ciertos picos altos, estos momentos se dan cuando la maestra realizaba alguna pregunta o interactuaba con el alumno, mientras tanto el alumno no muestra gran interés en el material, es por eso por lo que la mayoría de las señales se mantienen entre 40 y 60 confirmando según las métricas de eSense que el alumno tiene una atención neutral.

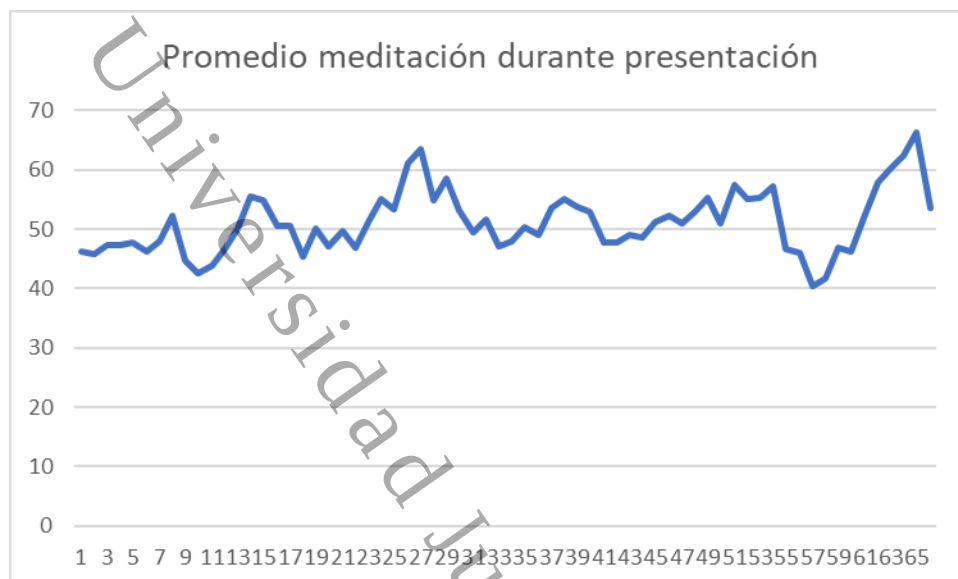


Ilustración 10. Promedio de meditación durante presentación

Los alumnos en general muestran un grado de estado de meditación elevado, que refleja la perdida de interés del alumno durante la presentación de la maestra.

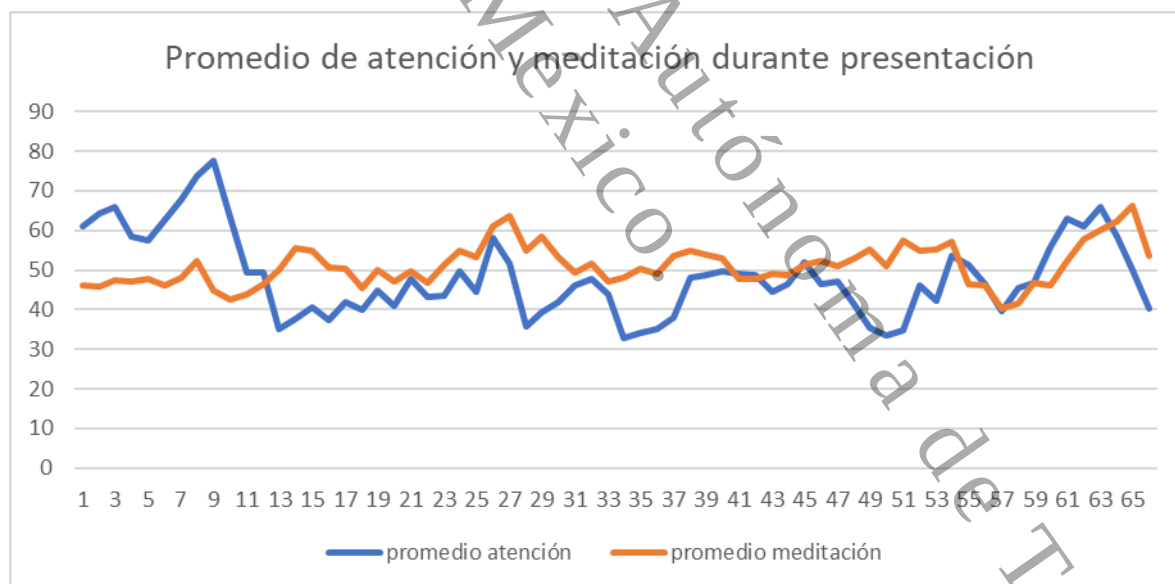


Ilustración 11. Contraste de promedio de atención y meditación durante presentación

La ilustración 10, nos muestra como la atención del alumno está por debajo de la meditación, esto demuestra que la presentación no está resultando tan atractiva como se esperaba por parte del profesor.

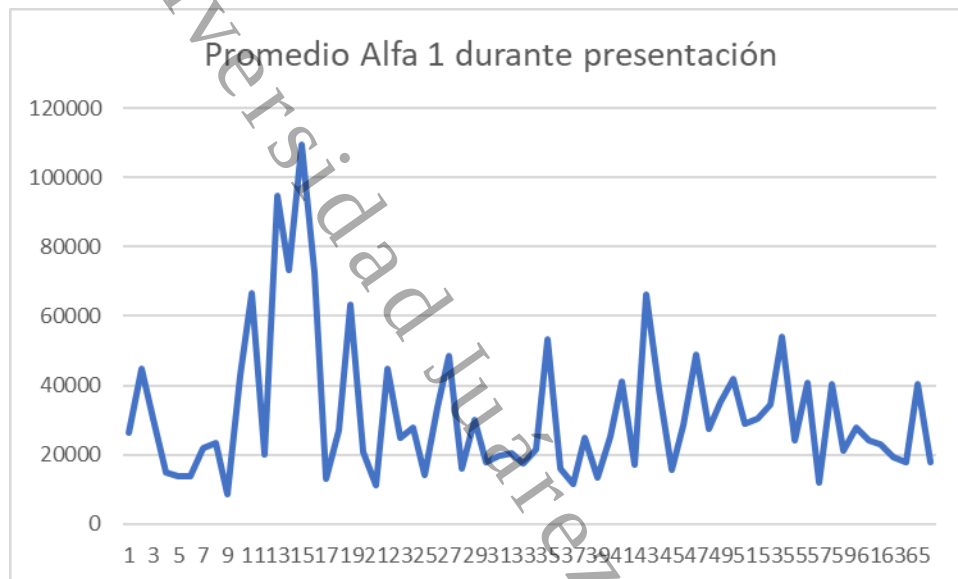


Ilustración 12. Promedio de alfa durante presentación

Los alumnos no mostraban interés por mucho tiempo a la presentación, podemos observar como alfa 1 presenta algunos momentos actividad alta, pero en su mayoría es baja lo que indica que el material no les hacía reaccionar cognitivamente.

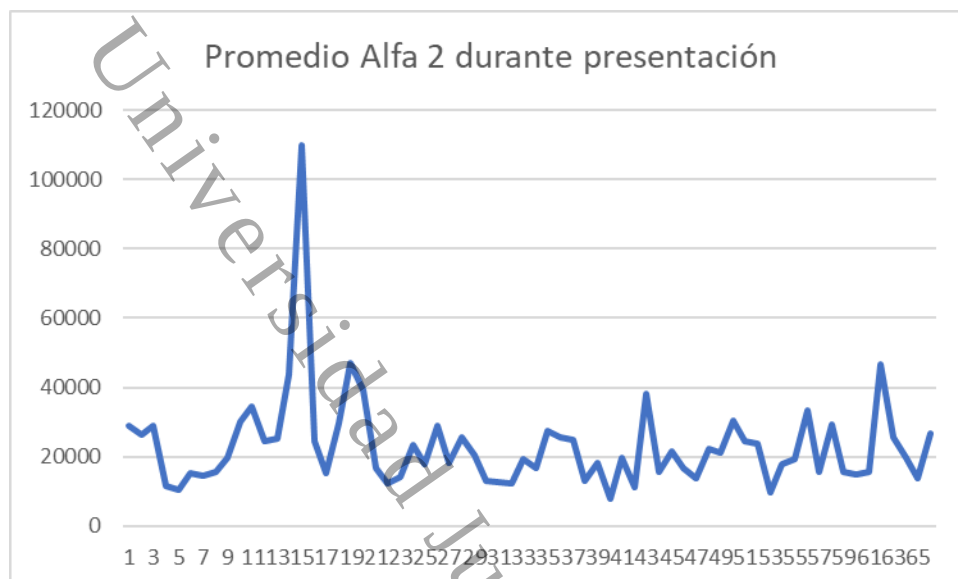


Ilustración 13. Promedio de alfa baja durante presentación

El pico en Alfa 2 se da en momentos donde la maestra realiza preguntas acerca de lo que les presenta en power point y el grupo en promedio está demostrando un alto nivel de concentración al inicio de la actividad, pero fuera de ese primer inicio el grupo presenta un alto nivel de desconcentración, presenta un alto nivel de distracción.

Alfa 2 nos ayuda a corroborar que lo que vemos en alfa 1 es correcto, el alumno muestra una tendencia a entrar en un estado de desatención o falta de interés al material presentado.

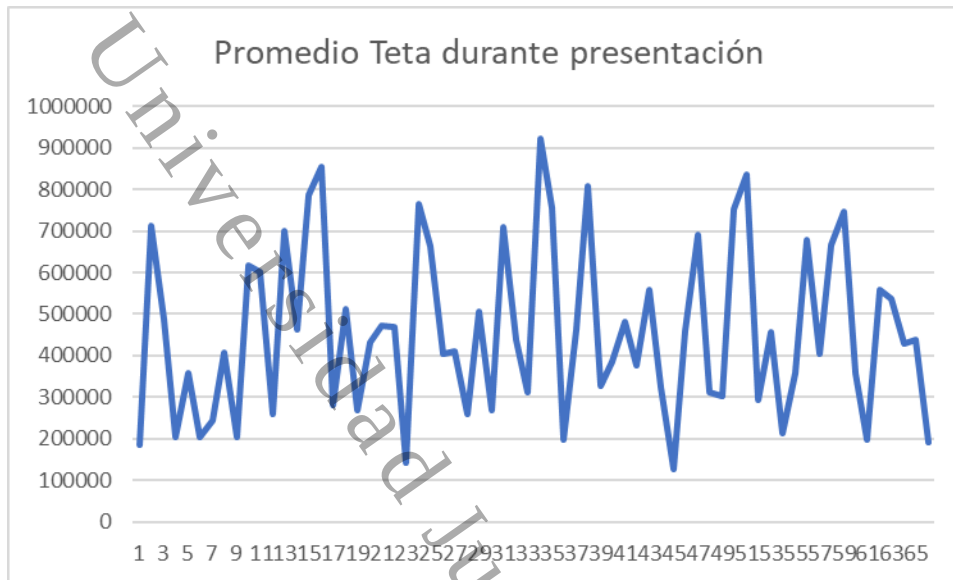


Ilustración 14. Promedio de Teta durante presentación

Los picos más altos en Teta muestran que los alumnos cuando se les preguntaba algo de lo que observaban, tendían a esforzarse a recordar conceptos, frases, términos donde hacen uso de su memoria a largo plazo para poder participar en la clase.

La señal teta nos ayuda a identificar que durante la presentación existen momentos en que los alumnos hicieron uso de la memorización, dado que por lo general se les presentaba vocabulario, se refleja como el alumno tendía a activar el mecanismo cerebral relacionado con la memoria durante esta actividad.

En base a lo observado podemos notar que el uso de power point de la manera que se hace actualmente no es suficiente para lograr que el alumno logre memorizar ni aprender por completo lo que el profesor pretende, el maestro debería utilizar otros métodos más llamativos que eviten que el alumno entre en un estado de meditación durante la presentación.

4.2 Alumnos durante reading

4.2.1 Reading individual

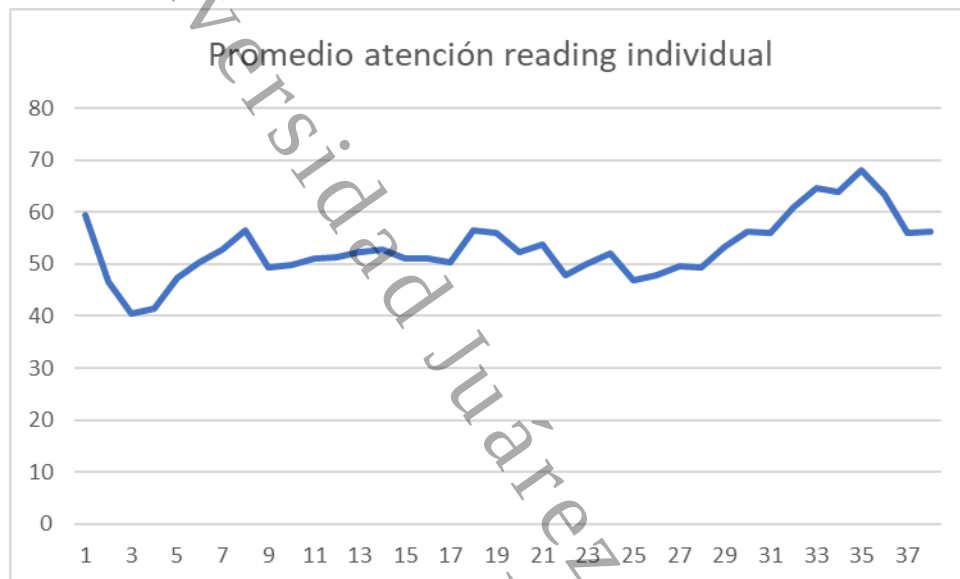


Ilustración 15. Promedio de atención durante reading individual

Al inicio de la realización de la actividad de lectura en el idioma inglés el alumno muestra poco interés, conforme la actividad avanza su atención mejora esto se identifica por los resultados descubiertos al analizar las señales de atención. La atención durante el reading individual se mantiene levemente alta, en niveles entre los 50 y 60, esto quiere decir que la atención que el alumno requiere durante la lectura es considerable.

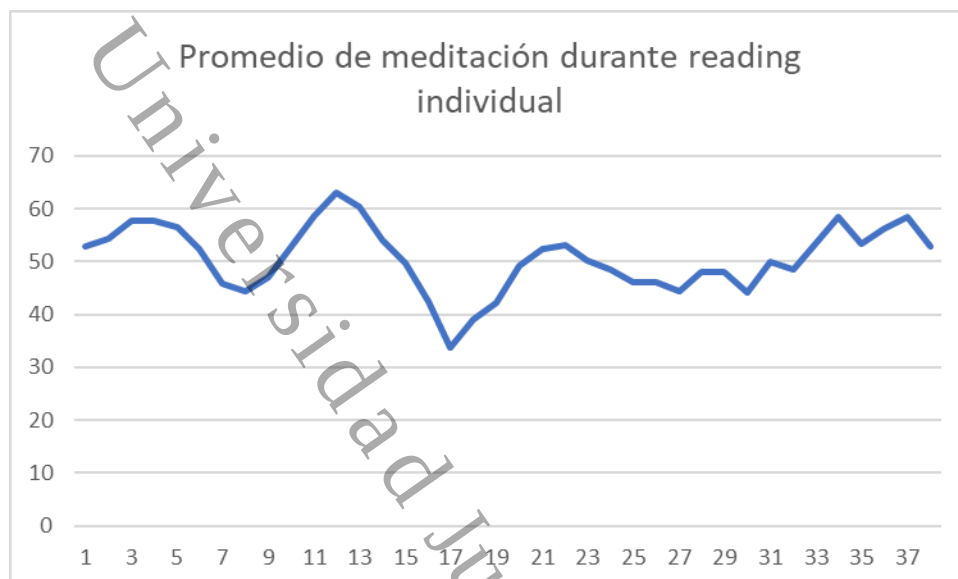


Ilustración 16. Promedio de meditación durante reading individual

El análisis de la señal de meditación durante los procesos de lectura en el idioma inglés de manera individual muestra que la lectura tiene un grado de dificultad que motiva al alumno a mantenerse alerta en lo que hace.

Los niveles de meditación se mantienen pocas variaciones a la mitad de la actividad de lectura se observa una caída la cual coincide con el promedio de nivel de atención en general el alumno mantiene una meditación moderada.

La actividad de lectura según lo que podemos observar en los promedios de ondas de atención y meditación, reflejan que el alumno se mantiene atento por más tiempo pues requiere un grado de concentración mayor y su meditación no baja pues pone en funcionamiento, gran parte de sus habilidades para poder pronunciar e interpretar lo que está leyendo.

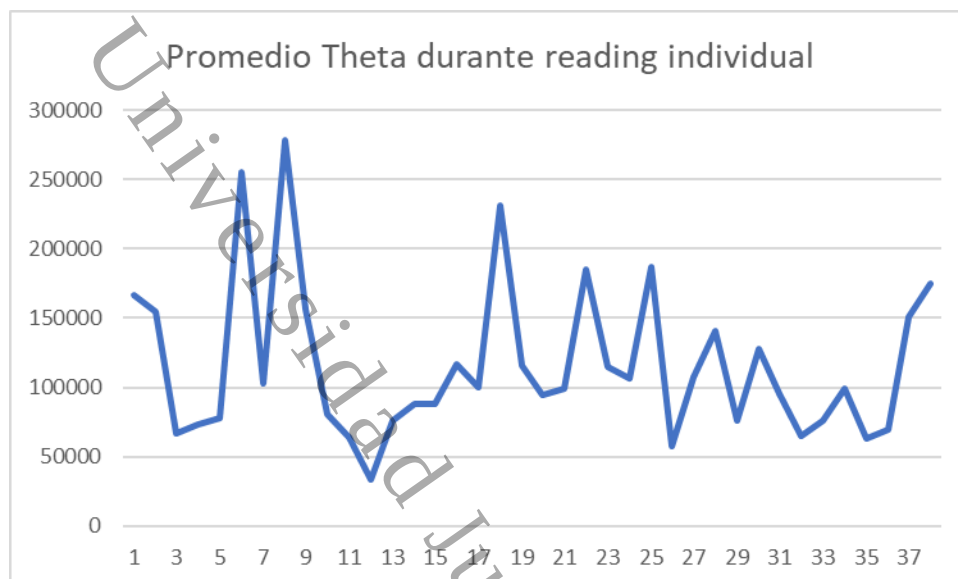


Ilustración 17. Promedio de teta durante reading individual

Observamos cómo se consulta la memoria y en ocasiones la reacción es casi automática, lo que quiere decir que el alumno tiene memorizado vocabulario para entender lo que lee y pronuncia.

La caída en teta coincide con la caída que se observa en la ilustración 16, que corresponde al momento en que el alumno muestra poco interés en la actividad.

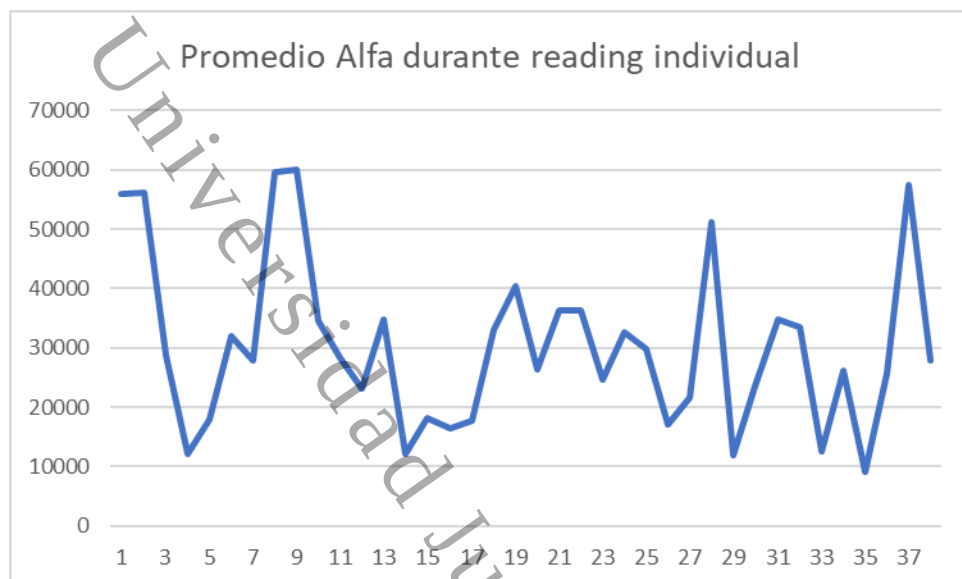


Ilustración 18. Promedio de alfa durante reading individual

El alumno refleja contestar de manera instintiva, en las señales de alfa en la ilustración 18 se puede observar la velocidad de reacción que tiene al realizar la lectura, sin embargo, los picos bajos demuestran que el alumno de pronto entra en estrés pues se le dificulta recordar la pronunciación de alguna palabra que desconoce.

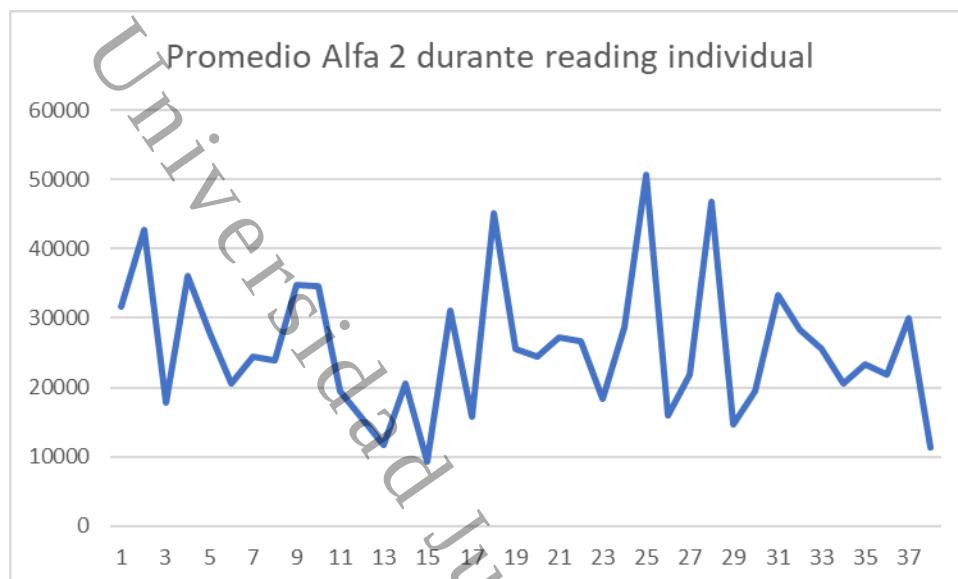


Ilustración 19. Promedio de alfa baja durante reading individual

Los picos de alfa baja reflejan los momentos en los que los alumnos tuvieron dificultades al realizar la lectura, que comparándolos con la ilustración 18, podemos notar que las señales coinciden demostrando el estrés o la dificultad de reaccionar del alumno en la actividad de lectura individual.

En general la lectura individual pone a trabajar al alumno cognitivamente, pues tiene que hacer uso de la memoria, para recordar significado de palabras y su correcta pronunciación.

4.2.2 Reading Grupal

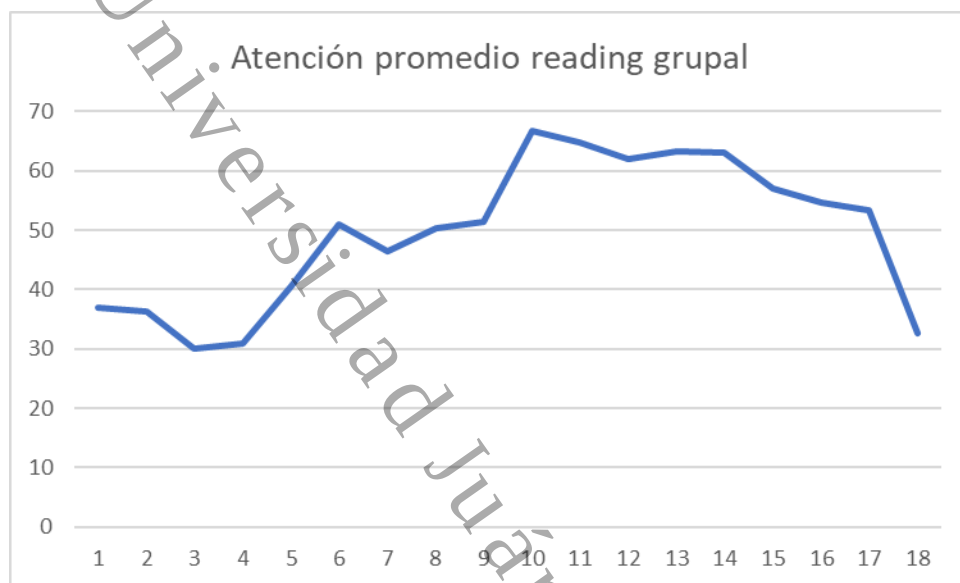


Ilustración 20. Promedio de atención durante reading grupal

Los niveles de las señales de atención durante el reading grupal muestran estados bajos, durante la actividad, los alumnos muestran distracción. Se observa en la ilustración 20 que durante la actividad la atención durante la lectura grupal se muestra baja, lo que demuestra que la actividad no logra captar la suficiente atención del alumno.

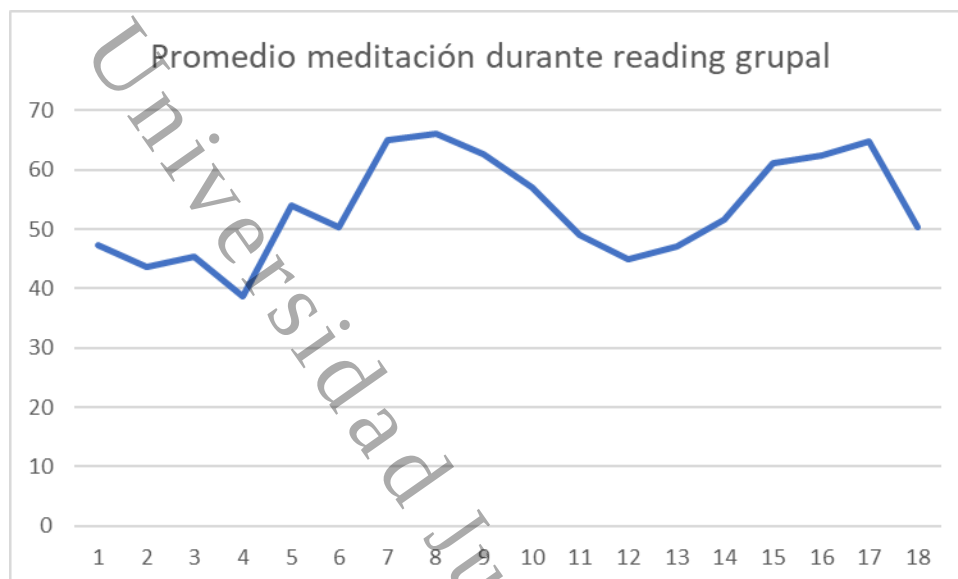


Ilustración 21. Promedio de meditación durante reading grupal

El promedio de niveles de meditación durante reading grupal, se mantuvo neutral y en ocasiones un poco más alta, esto nos deja ver que el alumno está un poco más propenso a desconcentrarse en el reading grupal que en el individual. Podemos observar como el alumno muestra desinterés al ver sus señales de meditación y se puede afirmar que lo observado en la imagen 20 que el alumno no logra estar atento y se mantiene desinteresado en la lectura grupal.

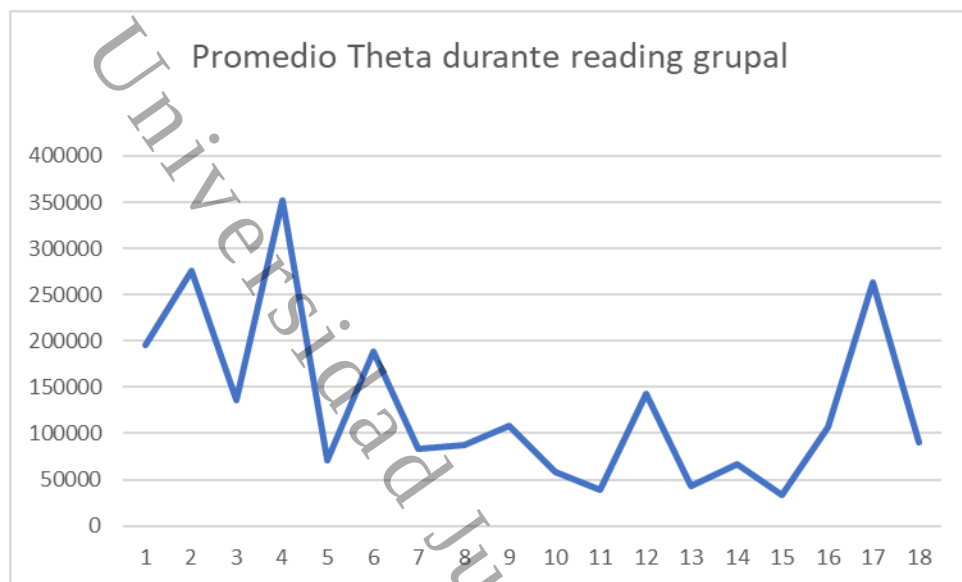


Ilustración 22. Promedio de teta durante reading grupal

Promedio de Teta durante reading grupal, tiende a bajar esto indica que el alumno no pone empeño en recordar o activar la memoria durante el ejercicio.

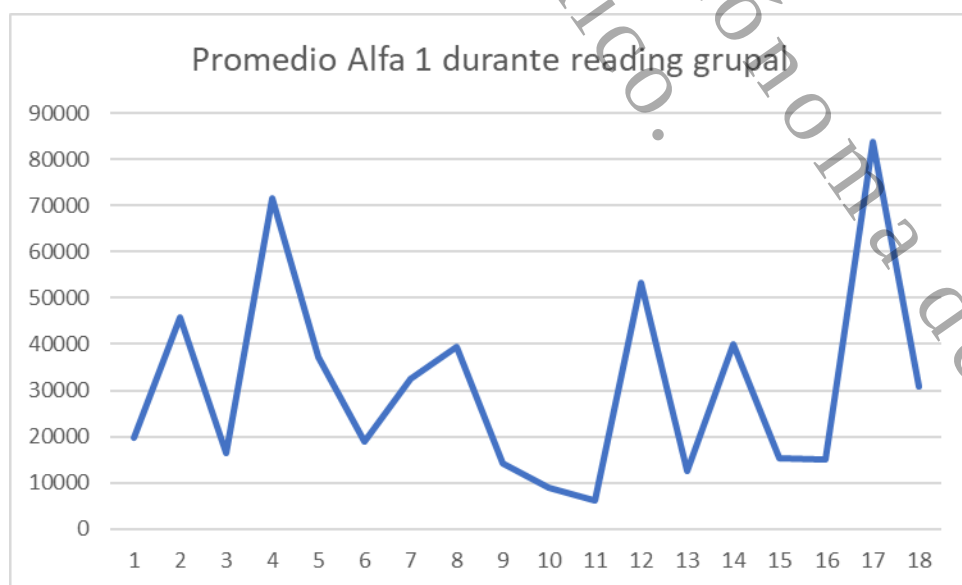


Ilustración 23. Promedio de alfa durante reading grupal

Alfa durante reading grupal, demuestra que el alumno no reacciona tan rápido o no pone empeño en interpretar correctamente lo que lee.

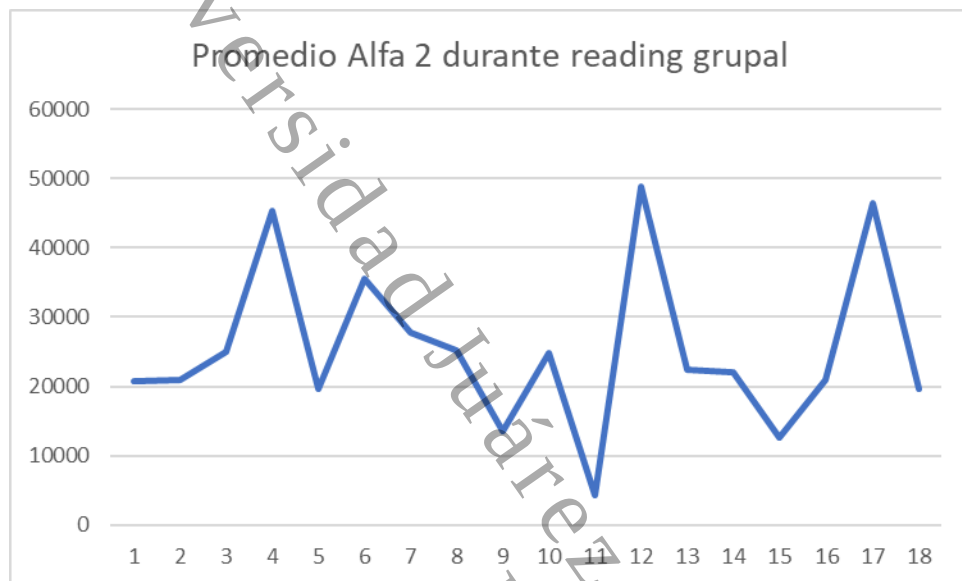


Ilustración 24. Promedio de alfa baja durante reading grupal

Se puede observar en la Ilustración 24 como el alumno demuestra poco interés en como realiza la actividad.

La lectura grupal ayuda a mantener la atención y meditación activas, el alumno muestra actividad constante y alta. Por el contrario, hace poco uso de la memoria pues no muestra preocupación por su pronunciación, su actividad en teta se ve mayormente baja.

4.3 Reacciones de alumnos durante speaking

4.3.1 Speaking individual

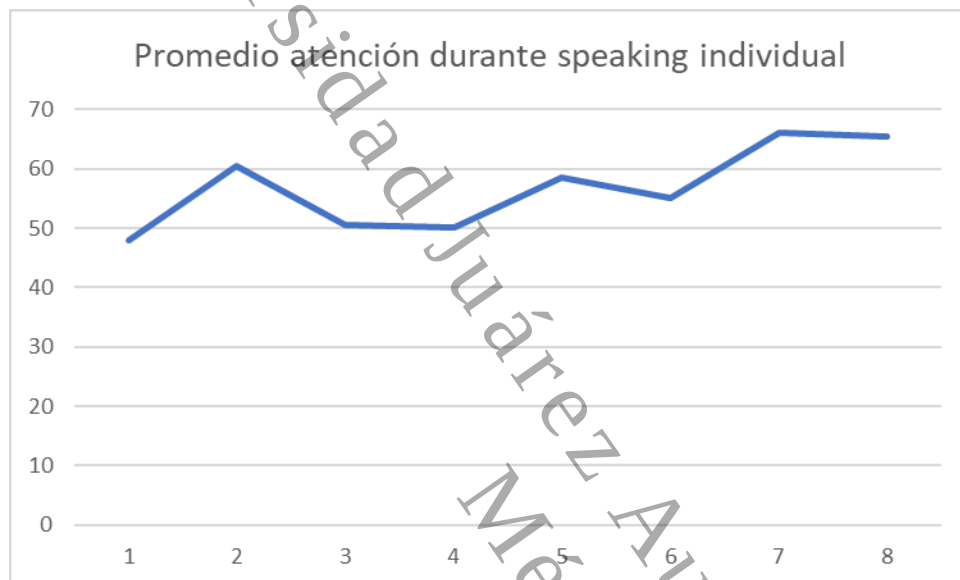


Ilustración 25. Promedio de atención durante speaking individual

Las señales de atención durante speaking individual refleja que el alumno se mantiene en un estado constante de actividad al esforzarse en pronunciar y expresar correctamente sus ideas. Se puede observar con ayuda de la ilustración 25, como en promedio los alumnos muestran una atención alta y prácticamente constante.

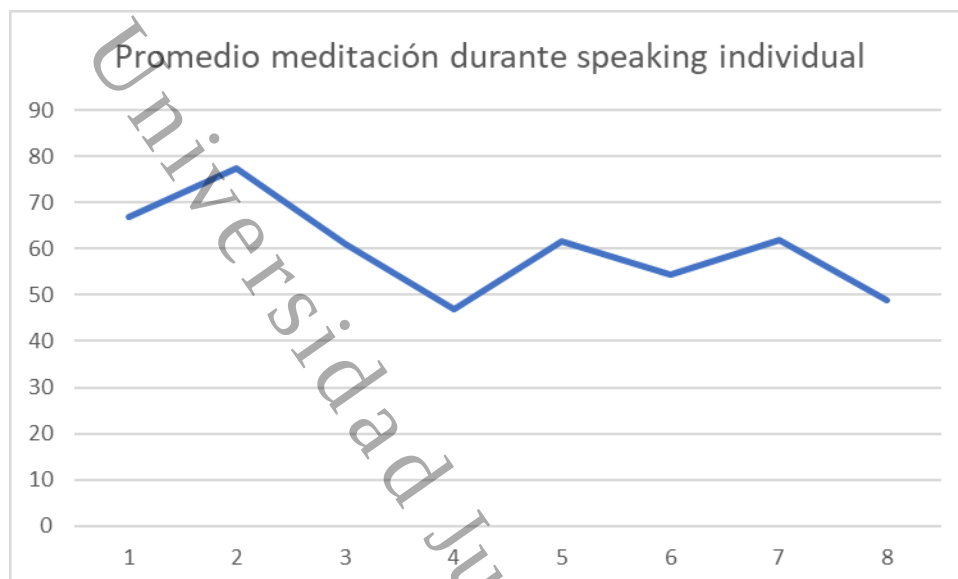


Ilustración 26. Promedio de meditación durante speaking individual

Las señales de meditación durante speaking individual, se mantienen en niveles muestran que el alumno necesita tener un grado alto de actividad cognitiva pues requiere recordar cómo expresarse correctamente en otro idioma que no es su idioma nativo.

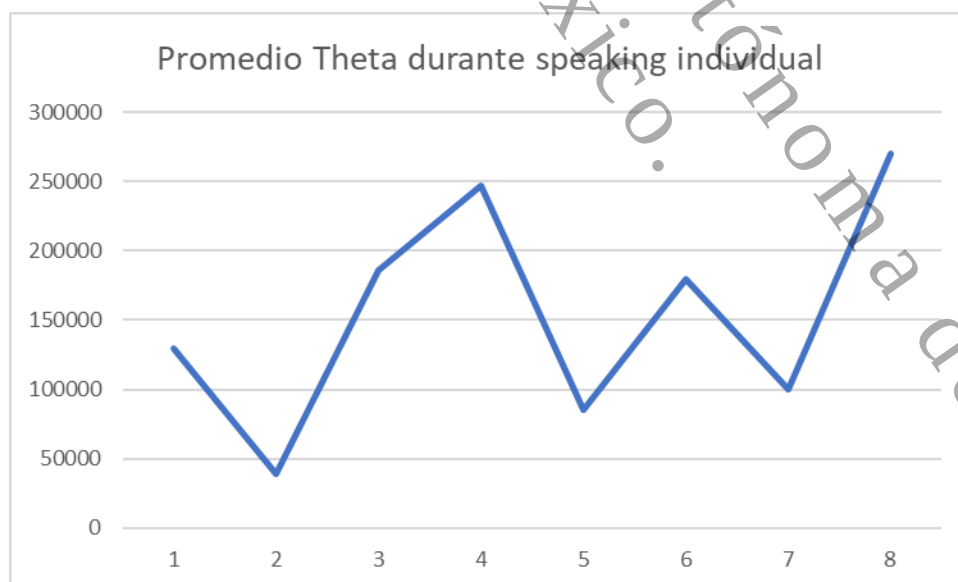


Ilustración 27. Promedio de teta durante speaking individual

La señal teta durante speaking individual se mantiene en picos altos pues el alumno requiere un grado mayor del funcionamiento de su memoria, al hablar de manera individual frente a sus compañeros.

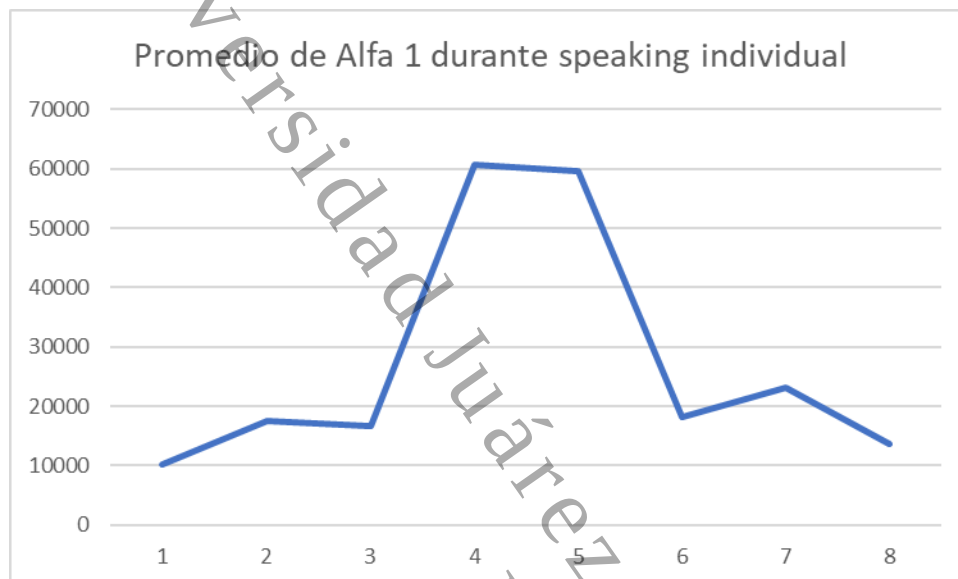


Ilustración 28. Promedio de alfa durante speaking individual

Alfa durante speaking individual, demuestra que el alumno requiere una rápida reacción para poder comunicar de manera adecuada lo que intenta expresar.



Ilustración 29. Promedio de alfa baja durante speaking individual

Alfa baja durante speaking individual, refleja que en algunos momentos el alumno tiene problemas para reaccionar rápidamente al hablar en inglés.

La memoria se mantiene en estados altos por momentos esto refleja los problemas que puede tener el alumno para recordar frases o palabras, alfa alta (ilustración 28) muestra picos altos pues la velocidad de reacción es rápida en algunos alumnos y alfa baja (ilustración 29) por que para otros alumnos es más difícil encontrar la forma correcta de comunicarse.

El maestro está atento durante esta actividad para moldear la pronunciación y ayudar al alumno a recordar alguna frase o palabra que pudiera olvidar, se le da recomendaciones para que poco a poco su confianza aumente.

4.3.2 Speaking grupal

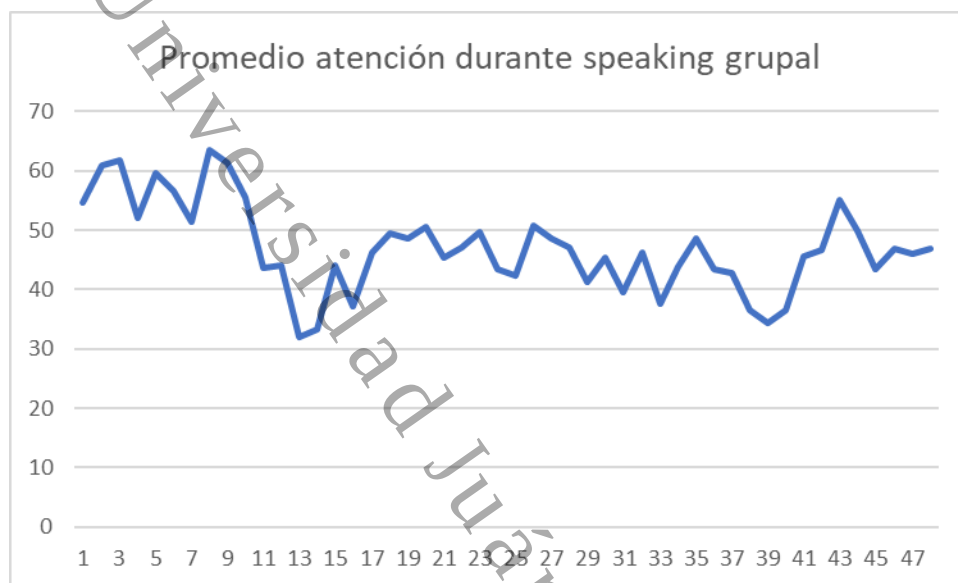


Ilustración 30. Promedio de atención durante speaking grupal

Los niveles en las señales de atención durante speaking grupal, muestra que el alumno tiende a bajar su atención por varios momentos, se puede observar en la ilustración 30, que por lo general el alumno no demuestra estar atento a la actividad de manera constante.

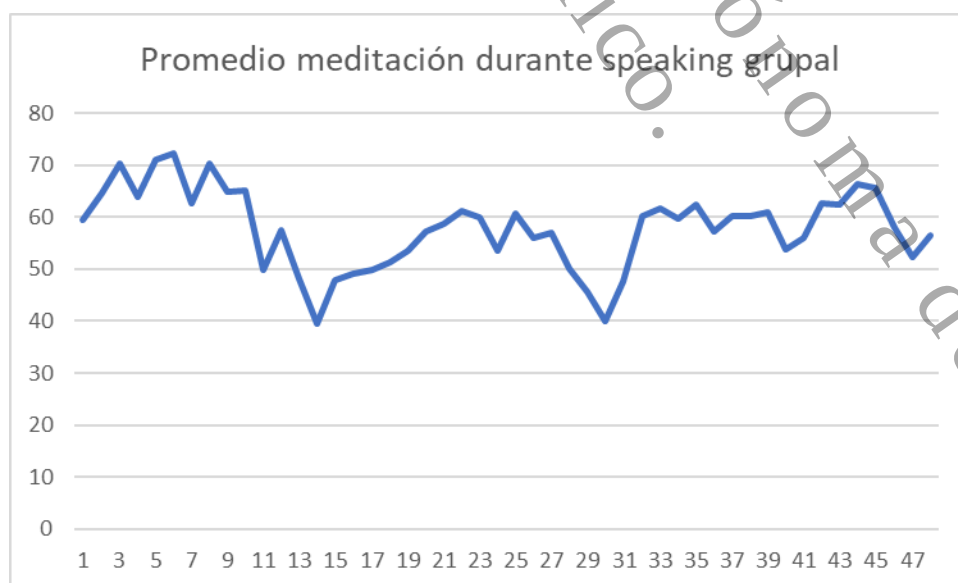


Ilustración 31. Promedio de meditación durante speaking grupal

La señal de meditación durante speaking grupal, se observa como el alumno muestra desinterés en la actividad, se observa en la ilustración 31 que el alumno entra en estado de meditación en varios momentos de la actividad, esto puede deberse a la duración de la actividad o las veces que se repite, causando que el alumno no se interese demasiado en realizarla.

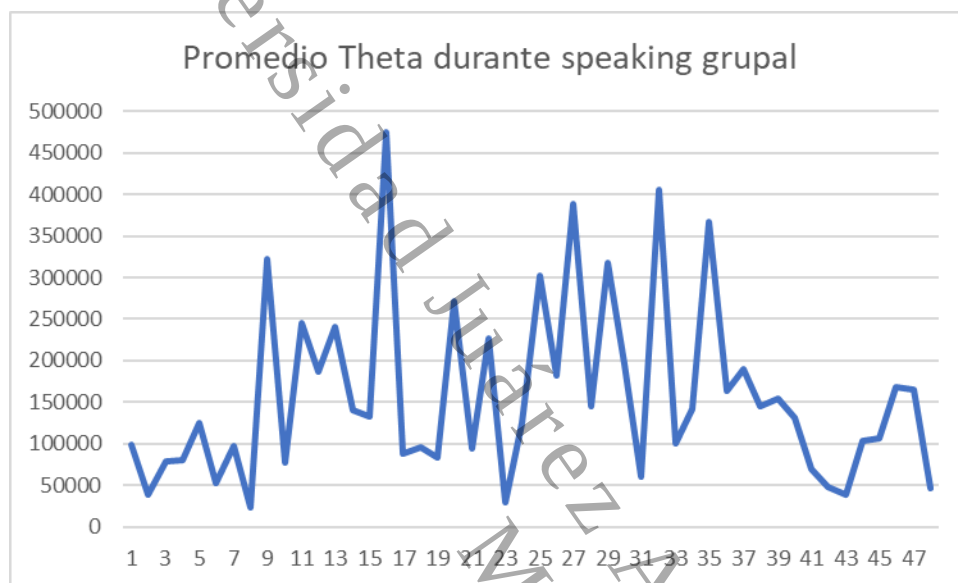


Ilustración 32. Promedio de teta durante speaking grupal

La señal teta durante speaking grupal, muestra como en pocas ocasiones hay un esfuerzo de parte de los alumnos en recordad o utilizar la memoria para la actividad que está realizando, esto se puede deber a que en la mayoría de los casos se realizaban lecturas en voz alta, lo que no deja percibir con exactitud quienes realizan la actividad correctamente y quienes no la realizan.

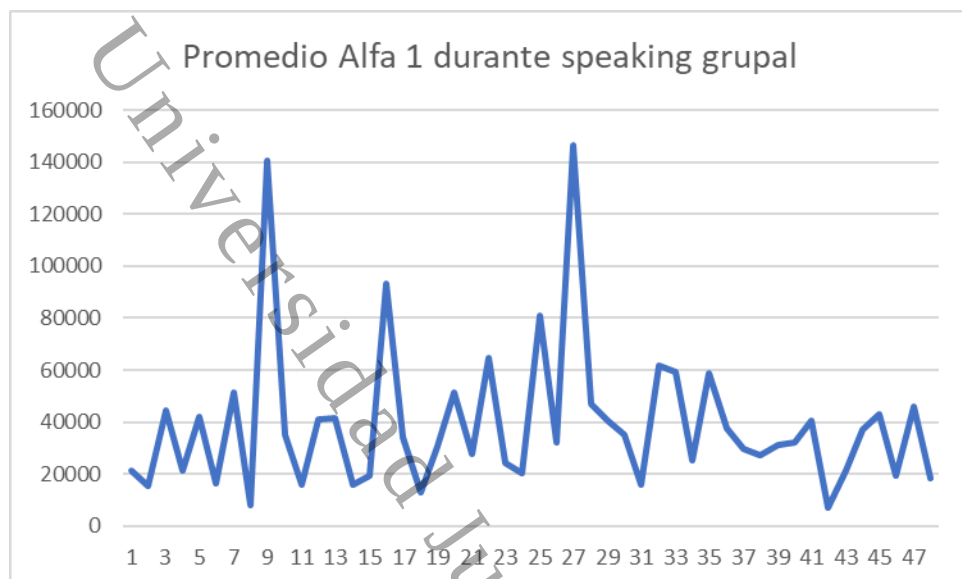


Ilustración 33. Promedio de alfa durante speaking grupal

Las señales alfa durante speaking grupal, demuestran que la capacidad de reacción de alumno no es tan rápida pues tiene problemas en encontrar las frases para comunicarse con sus compañeros.

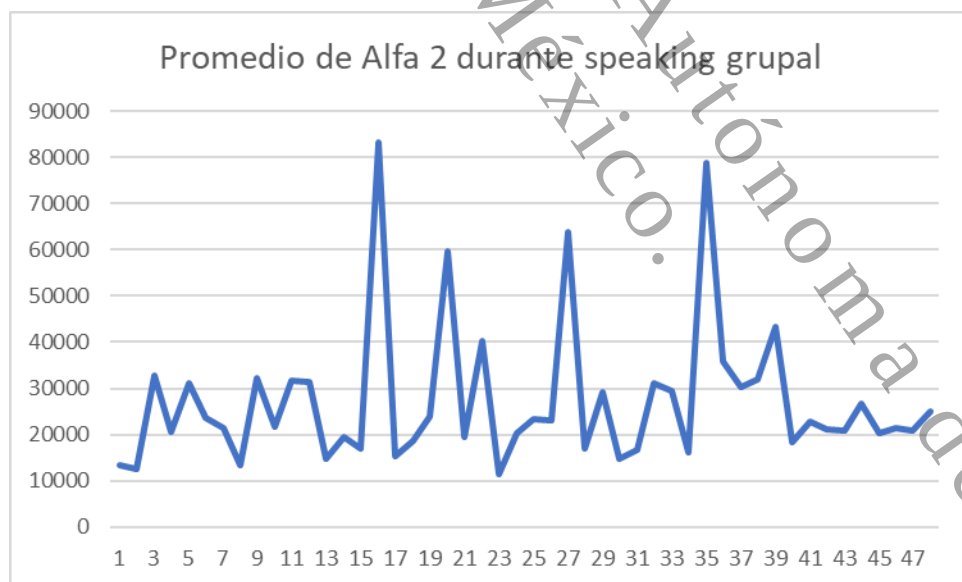


Ilustración 34. Promedio de alfa baja durante speaking grupal

Alfa baja durante speaking grupal, la velocidad de reacción es baja pues se dificulta comunicarse en el idioma inglés.

El speaking grupal muestra mayor actividad pues el alumno trata de mantener una conversación con otro compañero durante un tiempo mayor, pude observar como los alumnos en este tipo de conversación se desinhiben más y tienen menos miedo a equivocarse con sus compañeros que con la maestra. Notamos en las señales como Teta (Ilustración 31) se mantiene con picos altos pues se esfuerzan más por expresar sus ideas, alfa 1 (ilustración 32) está muy presente pues su tiempo de reacción es alto y alfa 2 (Ilustración 33) en su mayoría se mantiene bajo reflejando que la mayoría de los alumnos reaccionan de manera rápida al mantener una conversación con sus compañeros.

En conclusión, podemos observar que la actividad que causa mayor aburrimiento en el alumno son las presentaciones, se podría sugerir que las presentaciones en el aula por parte del profesor deben llamar más la atención del alumno, esto se puede lograr con ayuda de videos cortos, imágenes, entre otros, pues la simple proyección de páginas de un libro hace que un alumno pierda interés en lo que se está mostrando y eso queda claramente reflejado en sus niveles de atención y meditación. Por el contrario, la actividad que más favorece al aprendizaje del alumno es la conversación en pares o de manera grupal, pues requiere un mayor esfuerzo de su parte para poder comunicarse con sus compañeros.

Capítulo V. Conclusiones y trabajos futuros

Después de realizar las interpretaciones de los hallazgos en las actividades de lectura grupal (ilustraciones 20-24), de conversación grupal (ilustraciones 30-34), presentación (ilustraciones 9-14) podemos ver como resultan ser las actividades que hacen que el estudiante muestre menor atención y mayor meditación en el grupo de segundo semestre del idioma inglés en el CELE campus Chontalpa, se tienen los elementos suficientes para responder a la pregunta de investigación.

¿Es posible que las herramientas EEG ayuden a identificar en qué momento el alumno deja de aprender?

Las herramientas de neurociencias aplicadas en educación nos dan un empoderamiento para sustentar críticas constructivas a la práctica didáctica de las actividades de aprendizaje de la enseñanza del idioma inglés y su aceptación con los estilos de aprendizaje de un grupo de diez alumnos seleccionados de manera voluntaria.

1 Los datos obtenidos mediante técnicas de EEG han permitido dar un nuevo conocimiento debido al descubrir los datos de la actividad cerebral que no son perceptibles en el dominio común de un salón de clase por parte del profesor o del mismo estudiante, como lo son los niveles de atención, meditación, los cuales dan respuesta y certeza de como los procesos del cerebro como el uso de la memoria son explicados más claramente por medio de la interpretación de las señales Teta, así como la razón por la cual en algunas actividades la velocidad de respuesta se realiza y está reflejada por las señales alfa. Se logró identificar también en contraste con lo observado durante la clase y lo obtenido con la diadema EEG, que actividades que producen mayor atención son la lectura individual y el speaking individual.

¿Qué situaciones de enseñanza motivan más al alumno y cuáles menos?

Las actividades que muestran mejores procesos en el alumno son las actividades de lectura (Reading) individual y de speaking (individual). Mientras que las peores son las presentaciones pues no motivan a los alumnos.

Las presentaciones que realiza la maestra en clase no resultan llamativas, pues simplemente proyecta actividades de libros (libro digitalizado), el uso de videos, actividades interactivas, podrían ayudar a aumentar la atención del alumno.

Se puede observar como la atención y motivación del alumno cambia dependiendo de los materiales y las actividades que se le solicitan al alumno.

Pude observar como el alumno al mostrarse con aburrimiento, su motivación y atención disminuían esto sucedió cuando la maestra solicitó la repetición más de tres veces de una actividad de lectura.

El uso de herramientas EEG en el aula, debe aumentar pues permitiría en un futuro probar si una aplicación usada en clase está logrando atraer la atención del alumno o simplemente le está generando flojera.

Como proyectos futuros se podrían plantear:

- Análisis de los niveles de atención y meditación del alumno haciendo uso aplicaciones para aprender idiomas.
- Construcción de Big Data de datos fisiológicos de alumnos al aprender un idioma nuevo.
- Empleo de neurociencias aplicadas a la educación para la práctica docente del nuevo modelo SEP.
- Neurociencias aplicadas a la educación como diagnóstico de los estilos de aprendizaje.

Bibliografía

Alcaraz, V y Gumá, E. (2001). Texto de Neurociencias Cognitivas, página XVI, editorial: El Manual moderno.

American Psychological Association, APA (2005). Citing Electronic Resources Using APA Style. Recuperado de: <http://www.indiana.edu/~libugls/Publications/APA.html>

Barea, R. (2012). Instrumentación Biomédica. Departamento Electrónica. Universidad Alcalá.

Recuperado de:

<http://www.bioingenieria.edu.ar/academica/catedras/bioingenieria2/archivos/apuntes/tema%205%20-%20electroencefalografia.pdf>

Bisquerra, R. (1999). Educación emocional. Enciclopedia General de la Educación. Tomo, 1, 356-384. Disponible en <http://www.msbookspr.com/pdf/Educacion%20emocional.pdf>

Braininitiative.nih.gov. (2016). Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies (BRAIN) - National Institutes of Health (NIH). Disponible en: <http://www.braininitiative.nih.gov/?AspxAutoDetectCookieSupport=1>

Bravo, L. (2014). Psicología cognitiva neurociencias de la educación en el aprendizaje del lenguaje escrito y de las matemáticas. Revista IIPSI, Facultad de Psicología. Vol. 17, No.2. p.26

Córdova, F. M., Díaz, M. H., Cifuentes, F., Cañete, L., & Palominos, F. (2015). Identifying problem solving strategies for learning styles in engineering students subjected to intelligence test and EEG monitoring. *Procedia Computer Science*, 55.

- Cruz Palacios, V. (2001). Impacto de las carreteras en las selvas de la reserva de la biosfera pantanos de Centla, Tabasco Tesis de licenciatura en Ecología. Villahermosa, Tabasco: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- De Aparicio, X. P. (2009). Neurociencias y la Transdisciplinariedad en la Educación. Publicado en la revista Universitaria de Investigación y Diálogo Académico, Vol. 5, No. 2
- Educrea. (2012). Neurociencia aplicada a la educación del siglo XXI - Educrea. Disponible en: <http://educra.cl/neurociencia-aplicada-a-la-educacion-del-siglo-xxi/>
- Giménez, J y Murillo, J. (2007). Mente y cerebro en la neurociencia contemporánea. Una aproximación a su estudio interdisciplinar. Disponible en <http://www.bioeticaweb.com/mente-y-cerebro-en-la-neurociencia-contemporanea-una-aproximacion-a-su-estudio-interdisciplinar/>
- Gómez, R. (2008, Junio). PyMES y Diversidad: Observatorio Internacional de las PyMES, Recuperado de: <http://www.observatorio.org>
- Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, P. (2006). Metodología de la investigación. 4ª ed. México: Ed. Mc-Graw-Hill de México.
- Ierache, J. S., Pereira, G., Iribarren, J., & Nervo, F. (2014). Estado emocional centrado en estímulos, aplicando Interfase cerebro-maquina. In XX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (Buenos Aires, 2014).
- Klimesch, W. (1999). EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis. Brain research reviews, 29(2-3), 169-195.

- Lázaro, J. C. F., & Solís, F. O. (2008). Neuropsicología de lóbulos frontales, funciones ejecutivas y conducta humana. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8(1), 47-58.
- Mellender, F. (2016). NeuroExperimenter <https://sites.google.com/site/fredm/neuroexperimenter>
- Montico, S. (2009). Percepción de las condiciones ergonómicas del aula universitaria. *Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias-UNR*, (15), 047-052.
- Ortíz, T. (2009). *Neurociencia y educación*. P. 17. Alianza Editorial. Madrid, España.
- Palacios, L. (2002). Breve historia de la electroencefalografía. *Acta Neurológica Colombiana*, 2, 104-7.
- Rashid, N. A., Taib, M. N., Lias, S., Sulaiman, N., Murat, Z. H., & Kadir, R. S. S. A. (2011). Learners' Learning Style Classification related to IQ and Stress based on EEG. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 29.
- Schmelkes, C. (2006). "Manual para la presentación de anteproyectos e informes de investigación". 2ª ed. 15ª reimpresión. México: Editorial Oxford . UniversityPress.
- Sebastián, N. (2004). A primer on learning: A brief Introduction to Neurosciences. Del paper entregado a the Social BrainConference llevada a cabo en Barcelona, pp. 17-20 July 2004
- Store.neurosky.com. (2016). MindWave. Disponible en:
<http://store.neurosky.com/pages/mindwave>
- Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (2017) Fundación del Centro de Enseñanza de Lenguas Extranjeras. Recuperado de: <http://www.ujat.mx/cele/2915>

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (1991) Reglamento de Titulación de la Universidad

Juárez Autónoma de Tabasco. Recuperado de:

<http://www.ujat.mx/interioradentro.aspx?ID=11216&NODO=80>

Valdivieso, L. B. (2015). Psicología cognitiva y neurociencias de la educación en el aprendizaje del lenguaje escrito y de las matemáticas. Revista de Investigación en Psicología, Vol. 17, No.2, pp. 25-37.

Glosario

C

CEPAL: Comisión Económica para América Latina.

D

DAIS: División Académica de Informática y Sistemas.

México.

Autónoma de Tabasco.

A N E X O S

Anexo A. Documento de vinculación con el CELE.

 **UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO**
"ESTUDIO EN LA DUDA ACCIÓN EN LA FE"

 **DAIS**
11111000011

DIVISIÓN ACADÉMICA DE INFORMÁTICA Y SISTEMAS

Oficio Núm. 1265/17/DAIS/D
12 de julio de 2017

ME. María Tila Camacho Pérez
Encargada de la DCELE
Villahermosa, Tabasco

Me permito presentar a la alumna **el C. Karen Beatriz Pecero Maguel** estudiante de la Maestría en Tecnología para el Aprendizaje y el Conocimiento, con matrícula 161H12001.

La estudiante mencionada está desarrollando una investigación titulada: "Análisis de procesos de aprendizaje mediante el uso de sensores EEG", como parte de su proyecto para obtención del grado, contando con la dirección del MASI, Arturo Corona Ferreira, profesor investigador de esta División Académica.

Si a la dirección que representa le parece conveniente, le agradeceré brinde las facilidades e información pertinente a nuestra alumna para que realice una Estancia de Vinculación en la organización que usted dignamente representa, durante el periodo del 1 de julio al 31 de diciembre.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle saludos afectuosos.

Atentamente


MARI EDUARDO CRUCES GUTIÉRREZ
Director

 **DIVISIÓN ACADÉMICA DE INFORMÁTICA Y SISTEMAS**

 **12 JUL 2017
RECIBIDO**

C.c.p. Dr. Jesús Hernández del Real - Encargado del Despacho de la Coordinación de Programas
C. Karen Beatriz Pecero Maguel
Alumna
Concejal

México, C.T.M.T. 3 de julio 2017
 **Consorcio de
Universidades
Mexicanas**
ANEXO A. DOCUMENTO DE VINCULACIÓN

Carretera Cunduacán-Jalpa Km. 1, Colonia Esmeralda, C.P. 86800 Cunduacán, Tabasco, México
E-mail: direccion.dais@ujat.mx
Teléfonos: (993) 336 1900 ext. 5727; (914) 336 0816; Fax: (914) 336 0870

Karen Beatriz Pecero Moguel.pdf

 Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::3117:621430045

Fecha de entrega

7 sep 2026, 12:35 p.m. GMT-6

Fecha de descarga

7 sep 2026, 12:49 p.m. GMT-6

Nombre del archivo

Karen Beatriz Pecero Moguel.pdf

Tamaño del archivo

3.5 MB

86 páginas

10.753 palabras

80.877 caracteres

17% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Coincidencias menores (menos de 110 palabras)
- Abstract

Fuentes principales

- 17%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

-  **Caracteres reemplazados**
33 caracteres sospechosos en N.º de páginas
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.
-  **Texto oculto**
7 caracteres sospechosos en N.º de página
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

- 17%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1 Internet

ri.ujat.mx

17%