



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO

**DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS
Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**



APRENDIZAJE ADAPTATIVO EN PROGRAMAS DE CAPACITACIÓN EN ELEARNING

Trabajo recepcional bajo la modalidad de Tesis

Que para obtener el grado de

Maestro en Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento

Presenta:

Alfredo González Estrada

Director:

Dr. Arturo Corona Ferreira

Jurado revisor:

Dra. Erika Yunuen Morales Mateos

MATI. Eduardo Cruces Gutiérrez

Dr. Pablo Payró Campos

Cuerpo Académico:

Innovación con TAC

Cunduacán, Tabasco.

Febrero, 2022.

Aprendizaje adaptativo en programas de capacitación en eLearning

Adaptive learning in eLearning training programs

Alfredo González Estrada

Durante el trabajo de investigación de esta tesis se desarrollaron diversas actividades que permitieron llegar a la conclusión de esta de manera satisfactoria, entre las que destacan:

Una estancia de Investigación en la División Académica de Ciencias y Tecnologías de la Información donde se desarrolló la configuración de una plataforma LMS y la integración de un curso de capacitación con aprendizaje adaptativo, en creación de materiales digitales, el cual se impartió a 33 docentes del Colegio de Bachilleres de Tabasco y a 17 alumnos de la maestría en Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Difusión de los avances en el congreso Moodle Moot México 2020, y en el congreso internacional Moodle Moot Global 2020 con la ponencia “Aprendizaje adaptativo en programas de capacitación eLearning utilizando Moodle”, en el Moodle Moot Spain 2020 con la ponencia “Conociendo H5P y su integración en Moodle” y en el COBATICS 2020 del Colegio de Bachilleres del Estado de Tabasco con las pláticas “Flipped Classroom para docentes” y “Diseño de materiales digitales para estudiantes”

Publicación de artículo titulado: “Aprendizaje adaptativo en programas de capacitación en eLearning: Revisión del estado del Arte” en la revista “EDUCRETAM” con ISSN 2683-2380, volumen 5 No. 5 julio diciembre de 2020.



UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



DIVISIÓN ACADÉMICA DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS
DE LA INFORMACIÓN



2022 Flores
Año de Magón
PRECURSOR DE LA REVOLUCIÓN MEXICANA

"2022, Año de Ricardo Flores Magón"

Cunduacán, Tabasco a 20 de enero de 2022
Oficio No. 142/2022/DACYTI-D

Asunto: Designación como Director de Tesis

Dr. Arturo Corona Ferreira
Profesor Investigador
Presente

De conformidad con lo establecido en el Reglamento de Estudios de Posgrado Vigente, de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, me permito informarle, que ha sido designado como Director de la tesis titulada **"APRENDIZAJE ADAPTATIVO EN PROGRAMAS DE CAPACITACIÓN EN ELEARNING"**, a realizar por la **C. Alfredo González Estrada**, 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

MTE. Oscar Alberto González González
Director

UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO



DIVISIÓN ACADÉMICA DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

C.c. p. Dr. Eddy Arquímedes García Alcocer. - Encargado del despacho de la Coordinación de Posgrado.
Alumno, C. Alfredo González Estrada.
Archivo.
Consecutivo.

M.T.E. OAGG/EAGA

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

www.ujat.mx



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO
DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN



Cunduacán, Tabasco., a 04 de febrero de 2022.

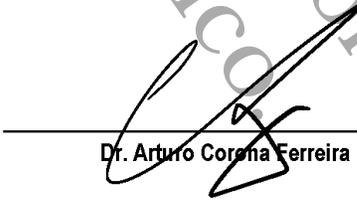
Asunto: Liberación de dirección de tesis.

MTE. Óscar Alberto González González
Director de la División Académica de Ciencias y Tecnologías de la Información
Presente

Por medio de la presente me permito comunicarle que después de haber concluido la dirección de la Tesis: **“Aprendizaje adaptativo en programas de capacitación en eLearning”**, elaborada por la **C. Alfredo González Estrada**, de la Maestría en Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento, consideramos que puede continuar con los trámites para la obtención del grado.

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

Atentamente



Dr. Arturo Corona Ferreira

c.c.p. Dr. Eddy Arquímedes García Alcocer. Encargado del despacho de la Coordinación de Posgrado.
Estudiante.



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO

DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS
Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN



F6: Respuesta de jurado

Cunduacán, Tabasco, a 8 de febrero del 2022.

MTE. Óscar Alberto González González
Director de la División Académica de Ciencias y Tecnologías de la Información
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 "**Aprendizaje adaptativo en programas de capacitación en eLearning**", realizada por el **C. Alfredo González Estrada**, estudiante de la Maestría en Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento, nos permitimos informarle que, en virtud de que ha atendido las observaciones realizadas, otorgamos nuestra aprobación para que continúe los trámites para la obtención del grado.

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

Atentamente integrantes del jurado

Dra. Erika Yunuen Morales Mateos

Dr. Pablo Payó Campos

MATI. Eduardo Cruces Gutiérrez

c.c.p. Dr. Eddy Arquímedes García Alcocer. Encargado del despacho de la Coordinación de Posgrado.
Estudiante.

"2022, Año de Ricardo Flores Magón"

Cunduacán, Tabasco a 08 de febrero de 2022
Oficio No. 135/DACYTI/CP/2022

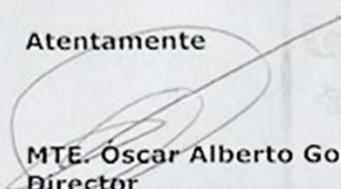
Asunto: Autorización de impresión de Tesis

C. Alfredo González Estrada
Matricula: 191H12006

En virtud de que cumple satisfactoriamente los requisitos establecidos en el Reglamento General de Estudios de Posgrado vigente en la Universidad, informo a Usted que se autoriza la impresión del trabajo recepcional **"Aprendizaje adaptativo en programas de capacitación en eLearning"**, para presentar examen y 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



MTE. Oscar Alberto González González
Director

C.c.p. Dr. Eddy Arquímedes García Alcocer. - Encargado del Despacho de la Coordinación de Posgrado DACYTI
Archivo.
Consecutivo.

MTE/OAGG/EAGA

↑

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

www.ujat.mx

A quien corresponda:

El que suscribe Alfredo González Estrada 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. **"APRENDIZAJE ADAPTATIVO EN PROGRAMAS DE CAPACITACIÓN EN ELEARNING"**, 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 manifestado, 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 Cunduacán, Tabasco a los 05 días del mes de febrero del año 2022.



Alfredo González Estrada

Agradecimientos

Agradezco a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco y en especial a la División Académica de Ciencias y Tecnologías de la Información por su importante labor de formar profesionistas de excelencia por el bien de nuestro país. Y el que, como parte de este proceso, se me permitiera formar parte de la 4ª generación de la Maestría en Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento, programa que superó con creces mis expectativas de calidad académica, especialmente por el capital humano que lo conforma.

Mi mayor gratitud a mis profesores, en especial al Dr. Óscar González González, al Dr. Arturo Corona Ferreira, a la Dra. Erika Yunuen Morales Mateos, al MATI. Eduardo Cruces Gutiérrez y al Dr. Pablo Payró Campos por su invaluable ayuda, guía y colaboración en la elaboración de este proyecto. También agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el otorgamiento de la beca que me permitió cursar esta maestría perteneciente al Programa Nacional de Posgrados de Calidad.

A mis compañeros de generación, por toda su ayuda y dedicación mostrada durante la maestría, que permitieron sin duda, elevar la calidad y exigencia de nuestras clases, enriqueciendo y compartiendo experiencias en nuestro aprendizaje.

Finalmente, agradezco a las autoridades y grupo de profesores del Colegio de Bachilleres de Tabasco y a los alumnos de la 5ª generación de la Maestría en Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, que me permitieron, con su participación entusiasta, el llevar a cabo este proyecto de investigación.

Dedicatorias

Gracias Señor por todas tus bendiciones, por darme salud y fortaleza en todo momento, por llenarme de fe y esperanza, y por todas tus muestras de amor infinito.

A mi esposa Lucy, por todo su amor, cariño, soporte y energía, por ser un ejemplo para mí en todos sentidos, ¡Te amo mi Amor! A mi hijo Maxi, por su amor incondicional, por acompañarme a mis clases y por ser una fuente inagotable de ternura, alegría y aprendizaje diario, ¡Te amo mi mimito!

A mis padres por todas sus enseñanzas, por hacerme una persona de bien, por los valores que inculcaron en mí, y por estar siempre, de manera incondicional. A mis hermanos, con mucho cariño y afecto. Y mi agradecimiento a toda mi familia, a mis suegros por todo su apoyo y cariño, a mi director de tesis por su amistad y apoyo, a mis profesores por alentarme siempre, a mis amigos y compañeros. Gracias por hacer esto posible.

alfge

Resumen

En este proyecto de investigación se realiza un análisis de una implementación de actividades adaptativas a un curso de capacitación impartido en la modalidad de eLearning. Se emplea una adaptación del modelo propuesto por Despotović-Zrakić, Marković, Bogdanović, Barać y Krčo de la Universidad de Belgrado, en el cual se aborda el aprendizaje adaptativo realizando una agrupación de los participantes de acuerdo con los resultados obtenidos en una prueba sobre los estilos de aprendizaje de Felder & Silverman (1988), generando recursos, actividades y evaluaciones adaptadas, según los perfiles y características resultantes de cada uno de los grupos en base a los tipos de contenido sugeridos en investigaciones previas para cada tipo de perfil. Se realiza la adaptación e impartición del curso en la plataforma LMS Moodle y, se evalúan los resultados y analíticas de aprendizaje para medir la efectividad del modelo, comparando los resultados y las interacciones de cada uno de los grupos contra un grupo control. Como resultado se muestran las estadísticas y comparativas obtenidas por tipo de actividad, recurso, evaluación y participación en la plataforma, así como las conclusiones generales y específicas para cada caso.

Palabras clave: Aprendizaje adaptativo, analíticas de aprendizaje, estilos de Aprendizaje, eLearning, capacitación.

Introducción

La situación de pandemia que se presentó en el año 2020 obligó a las instituciones educativas a adentrarse de forma abrupta en la educación a distancia. Si bien algunas escuelas ya contaban con avances importantes y les resultó menos estresante el cambio, otras tuvieron que migrar con muy pocas bases a esta modalidad, en muchos casos improvisando lo mejor posible. Lo mismo paso con el sector empresarial y el home office, tomando un papel fundamental la capacitación en línea.

Actualmente, se está regresando a la presencialidad paulatinamente, sin embargo, todo parece indicar que la educación y capacitación en línea seguirán vigentes por todas las ventajas que representan. En esta investigación se aborda una de las nuevas tendencias en eLearning, que tiene como objetivo el mejorar los procesos educativos en esta modalidad: el Aprendizaje Adaptativo, el cual busca acercar a los estudiantes las actividades y recursos educativos que mejor se adapten a sus gustos de aprendizaje.

La presente investigación está conformada por 5 capítulos que se describen a continuación:

El capítulo 1 trata de las generalidades de la investigación. Se presentan los antecedentes, y la problemática que se busca resolver, los alcances y delimitaciones, así como los objetivos, objetivos específicos y justificación.

El capítulo 2 presenta el marco teórico del estudio. Se hace una revisión del estado del arte sobre el Aprendizaje Adaptativo, en qué consiste y las diversas maneras de implementarlo. Se aborda el marco conceptual y el tecnológico.

En el capítulo 3 se desarrolla el modelo metodológico, se define el enfoque de la investigación, las fuentes y la población de estudio. Se definen los pasos a seguir para la realización del proyecto.

El capítulo 4 se implementan y ejecuta el modelo metodológico, documentando los resultados que se van presentado a lo largo de la investigación.

Para terminar, en el capítulo 5, se concluye dando respuesta a las preguntas de investigación de acuerdo con lo encontrado, y se concluye con el planteamiento de trabajos futuros derivados de esta investigación.

Índice general

Resumen	i
Introducción	ii
Índice de figuras	vi
Índice de tablas	viii
Capítulo 1. Generalidades	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Planteamiento del problema	2
1.2.1 Definición del problema	2
1.2.2 Delimitación de la investigación	3
1.2.3 Preguntas de investigación	4
1.3 Objetivo general	4
1.3.1 Objetivos específicos	4
1.4 Justificación	5
Capítulo 2. Marco teórico	6
2.1 Marco referencial	6
2.2 Marco conceptual	12
2.2.1 Aprendizaje Adaptativo	12
2.3 Marco tecnológico	22
2.3.1 Plataforma LMS	22
2.3.2 Servidor	23
2.3.3 Base de datos y gestor de base de datos	23
2.3.4 Software de análisis estadístico	23
Capítulo 3. Diseño Metodológico	24

3.1	Enfoque investigación.....	24
3.2	Fuentes de investigación	24
3.3	Población de estudio.....	25
3.4	Instrumento para la recolección de datos	25
3.5	Implementación del modelo	26
3.6	Diseño instruccional del curso base	28
3.6.1	Análisis.....	28
3.6.2	Diseño.....	29
3.6.3	Desarrollo	31
3.6.4	Implementación del curso	32
3.6.5	Evaluación.....	33
3.7	Definición y aplicación de la encuesta inicial.....	33
3.8	Limpieza de datos.....	34
3.9	Agrupación por Cluster Analysis	34
3.10	Adaptación del curso.....	36
Capítulo 4.	Resultados alcanzados.....	38
4.1.1	Adaptación de la plataforma	38
4.2	Recopilación de datos.....	39
4.3	Agrupación por Cluster Analysis	43
4.3.1	Definición del número de Clusters.....	43
4.3.2	Weka.....	46
4.3.3	R Studio.....	48
4.3.4	JMP.....	48
4.3.5	Interpretación de los resultados.....	49

4.3.6	Agrupamiento por el método Self Organizing Map.....	51
4.4	Adaptación de curso.....	55
4.4.1	Adaptación de actividades.....	55
4.5	Desarrollo del curso.....	60
4.5.1	Estadísticas de videos.....	71
4.5.2	Estadísticas de clases síncronas.....	73
4.6	Resultados de la evaluación del curso.....	74
4.7	Evaluación por parte de los alumnos.....	76
Capítulo 5.	Conclusiones y trabajos futuros.....	80
Referencias	85
Anexos	88
A.	Análisis de tiempos.....	89
B.	Análisis de costos.....	90
C.	Autorización de uso Test de Felder Silverman.....	91
D.	Extensiones adicionales utilizadas en Moodle.....	92
E.	Cuestionario y diagnóstico ILS inicial completo.....	93
F.	Test ILS original de Felder - Silverman.....	106
G.	Resultados individuales del Test de Felder Silverman.....	110
H.	Código en R para gráficas elbow, silhouette y gap.....	111
I.	Tabla completa del porcentaje de interacciones por usuario para cada actividad por semana.....	112

Índice de figuras

Figura 1-1 Comportamiento de avance y deserción de un curso de capacitación en modalidad eLearning.....	2
Figura 2-1 Método de implementación del aprendizaje adaptativo	14
Figura 2-2 Propuesta de personalización para sistemas eLearning Adaptativos.	18
Figura 4-1 Entrada al portal Web desarrollado en Moodle.....	38
Figura 4-2 Vista inicial del curso.....	38
Figura 4-3 Inicio del diagnóstico inicial para la recolección de datos.....	39
Figura 4-4 Análisis del número de clústeres por el método del codo	44
Figura 4-5 Análisis del número de clústeres por el método silueta	45
Figura 4-6 Análisis del número de clústeres por la estadística de brecha.....	45
Figura 4-7 Resultado del Cluster Analysis en Weka.....	47
Figura 4-8 Script en R Studio para kmeans.....	48
Figura 4-9 Resultado en R Studio para kmeans	48
Figura 4-10 Resultados Cluster K medias en JMP.....	49
Figura 4-11 Configuración inicial para el método Self Organizing Map	51
Figura 4-12 Resultado del Cluster Analysis por el método Self Organizing Map.....	52
Figura 4-13 Gráfica de perfiles de cada Cluster por variable	53
Figura 4-14 Actividad "Libro" con acceso restringido para cada grupo.....	56
Figura 4-15 Configuración de restricción de acceso por grupo, con opción de ocultar.....	56
Figura 4-16 Actividad formativa tipo "Foro" con restricciones de acceso por grupo.....	57
Figura 4-17 Recurso "Hoja" con restricción de acceso por grupo	57
Figura 4-18 Agrupamiento de vídeos para su análisis	57

Figura 4-19 Gráfico de interacciones por grupo y semana durante el curso.....60

Figura 4-20 Gráfica de envíos de actividades de acuerdo con los tiempos establecidos67

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

Índice de tablas

Tabla 2-1 Problemáticas y resultados en proyectos de Aprendizaje Adaptativo	7
Tabla 2-2 Resumen de las características incluidas en proyectos de Aprendizaje Adaptativo y eLearning.....	13
Tabla 2-3 Dimensiones de los Estilos de Enseñanza y Aprendizaje.....	16
Tabla 2-4 Hoja de perfil, resultado de la prueba de Estilos de Aprendizaje Felder - Silverman ...	17
Tabla 2-5 Actividades propuestas para cada estilo de aprendizaje Vark	19
Tabla 2-6 Actividades de Moodle para Aprendizaje Adaptativo según estilos de aprendizaje de Felder - Silverman.....	20
Tabla 2-7 Recomendaciones de material para estilos de aprendizaje.	20
Tabla 2-8 Preferencias de los estudiantes para cada dimensión de los estilos de aprendizaje.....	21
Tabla 2-9 Conexiones entre estilos de aprendizaje y materiales de aprendizaje disponibles en Moodle	21
Tabla 3-1 Metodología para la implementación de aprendizaje adaptativo.....	26
Tabla 4-1 Resumen de los resultados del Test de estilos de aprendizaje de Felder - Silverman ...	40
Tabla 4-2 Estadísticas básicas de las variables del diagnóstico	42
Tabla 4-3 Correlación de Pearson sobre los resultados del diagnóstico inicial	42
Tabla 4-4 Mapa de calor de las correlaciones	43
Tabla 4-5 Resultados del tamaño de cada agrupamiento en Weka, R y JMP	50
Tabla 4-6 Comparativa de resultados de agrupamiento en base a los estilos de aprendizaje	50
Tabla 4-7 Identificación de estilos de aprendizaje predominantes para cada Cluster.....	53
Tabla 4-8 Concentrado de características y patrones para cada grupo.....	54
Tabla 4-9 Recursos generales y adaptativos del curso.....	55

Tabla 4-10 Actividades prácticas adaptadas según las tablas de recomendaciones para cada grupo.....	58
Tabla 4-11 Actividades analíticas adaptadas según las tablas de recomendaciones para cada grupo.....	59
Tabla 4-12 Interacciones durante el curso por grupo, tutor y sistema	60
Tabla 4-13 Permanencia en el curso por semana y grupo.....	61
Tabla 4-14 Promedio de interacciones para actividades generales del curso.....	62
Tabla 4-15 Promedio de interacciones para actividades de consulta de información.....	63
Tabla 4-16 Promedio de interacciones para actividades prácticas sumativas	65
Tabla 4-17 Promedio de interacciones para actividades de análisis sumativas	68
Tabla 4-18 Promedio de interacciones para cuestionarios sumativos del curso	69
Tabla 4-19 Promedio de interacciones para actividades extras del curso	70
Tabla 4-20 Estadísticas de visualización de videos durante el curso.....	71
Tabla 4-21 Estadísticas de clases síncronas.....	73
Tabla 4-22 Resultados de la evaluación del curso.....	74
Tabla 4-23 Detalle de calificaciones y tiempo dedicado al curso.....	74
Tabla 4-24 Promedios de tiempo en plataforma por estudiante.....	76
Tabla 4-25 Resultados de la evaluación diagnóstica a los estudiantes	77

Capítulo 1. Generalidades

1.1 Antecedentes

Uno de los grandes retos al momento de implementar un programa educativo en línea es el lograr un aprendizaje significativo en cada uno de los participantes, lo cual depende de muchos factores, entre ellos la pertinencia de los materiales, un método de evaluación eficiente y un correcto seguimiento por parte del facilitador o tutor. Para conseguir tener éxito en cada uno de estos factores se debe tener muy claro el perfil de los participantes en el programa, su nivel educativo, la manera en que aprenden, su disponibilidad de tiempo, el tipo de lenguaje que utilizan, si existe relación entre los participantes, sus conocimientos previos, entre otros.

Cuando se implementan programas educativos en la modalidad eLearning (o 100% en línea), puede surgir la complicación de tener grupos de participantes heterogéneos en muchos sentidos (esto va a depender de las reglas de inscripción y requisitos que se manejen en cada programa). En el caso de la capacitación profesional, la diversidad de los tipos de participante aumenta (edad, actividad laboral, experiencia profesional, lugar de residencia, conocimientos previos), lo que puede complicar aún más el crear programas de estudios pertinentes para todos los casos. Esto hace deseable la inclusión de capacidades adaptativas que permitan personalizar el aprendizaje para disminuir la tasa de abandono provocada, en muchos casos, por la globalización y la heterogeneidad de los usuarios en los cursos (Lerís, Hernández y Fidalgo-Blanco, 2016).

Una solución posible a esta problemática es el utilizar técnicas de aprendizaje adaptativo, que supone ordenar la acción docente y todos los recursos pedagógicos implicados en la elaboración de los programas, hacia la satisfacción de las necesidades generadas por el proceso de aprendizaje de cada sujeto (Aretio, 2017), tomando en cuenta las características propias de cada participante de manera individual, estableciendo diferentes rutas para cada uno de acuerdo con sus características y de los resultados que se van presentando durante el desarrollo del programa.

El aprendizaje adaptativo es un método que se basa en las analíticas de los datos que se van generando durante el aprendizaje, permitiendo personalizar la experiencia educativa de cada estudiante, atendiendo sus necesidades de aprendizaje propias, de acuerdo con las características, tipo de aprendizaje, fortalezas y debilidades que lo caracterizan (Morillo Lozano, 2016).

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Definición del problema

Uno de los problemas más recurrentes de los programas educativos en línea es el índice de deserción que se presenta y que se puede deber a varios factores, encontrando que la motivación, los problemas de comunicación y el grado de integración social y académica, son algunas de las principales razones del abandono en esta modalidad (Núñez-Urbina, 2020).

En experiencias profesionales previas, y a fin de ejemplificar esta problemática, se presentan las estadísticas de avance y deserción de un programa de capacitación que fue impartido a nivel nacional en México, en la modalidad de eLearning durante el año 2016.

El curso de capacitación se preparó para 46 grupos conformados por 1805 participantes inscritos por la institución. Del total de inscritos, tuvieron acceso al curso 655 participantes (36.28%).

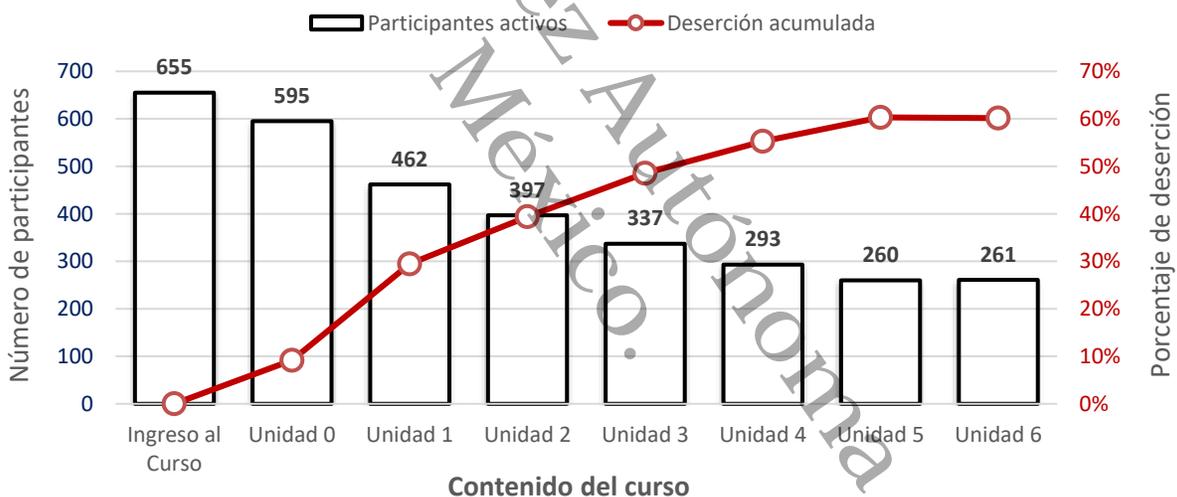


Figura 1-1 Comportamiento de avance y deserción de un curso de capacitación en modalidad eLearning

En el análisis posterior a la impartición, se detectó una falta de socialización del proyecto por parte de la institución, así como falta de recursos y conocimientos informáticos por parte de algunos de los participantes, como los principales motivos para la escasa participación en el programa.

De los 655 participantes que comenzaron el curso, se puede observar que en la Unidad 0 ya se tenía una deserción de casi el 10%, para la Unidad 4 del programa, ya era del 55% y para el final del programa terminaron 261 participantes (198 aprobados), con una deserción del 60%.

El programa contaba con un tutor para cada 20 participantes, así como un área de soporte técnico para resolver cualquier tipo de problemática que se presentara, relacionada con el uso de las

tecnologías de la información. Si bien los perfiles profesionales de los participantes eran relativamente homogéneos, su experiencia con el uso de las tecnologías de la información no lo era, así como el acceso a los materiales y las diferentes maneras de aprender de cada uno de los perfiles que tomaron la capacitación.

Este tipo de experiencias permite concluir, que una parte de la problemática que se presenta en los programas de capacitación que se imparten a distancia, es que los contenidos del curso no se adaptan a los diferentes perfiles de cada uno de los participantes, provocando falta de interés en el programa, que no se cumplan las expectativas de los participantes, y que no se logre el aprendizaje según los objetivos y alcances del curso, dando como resultado una alta deserción al programa.

En esta investigación se abordó el caso específico de un curso de capacitación que se impartió en la modalidad de eLearning.

1.2.2 Delimitación de la investigación

1.2.2.1 Alcances

- Creación de un espacio virtual de aprendizaje para la impartición del curso en la modalidad de eLearning.
- Implementación de una evaluación diagnóstica que permitió agrupar a los participantes con características comunes de acuerdo con el diseño instruccional del curso.
- Definición e integración de los materiales, redes de conceptos y reglas para la implementación del Aprendizaje Adaptativo en el curso.
- Definición de las métricas e indicadores de Analíticas de Aprendizaje que permitieron comparar los resultados obtenidos contra el grupo de control.

1.2.2.2 Limitaciones

- El propósito de la investigación es abordar programas educativos de capacitación, no de educación formal, por lo que normalmente no se cuenta con antecedentes académicos con los cuales caracterizar al usuario.
- Esta investigación estuvo limitada a programas de capacitación que se imparten 100% en línea, en los que el facilitador o tutor no tienen contacto físico con los estudiantes.

1.2.3 Preguntas de investigación

En la implementación del Curso en la modalidad de eLearning utilizando el Aprendizaje Adaptativo y las Analíticas de Aprendizaje, surgieron las siguientes preguntas de investigación:

- ¿En base a qué criterios se debe realizar el agrupamiento inicial de los participantes a fin de que la implementación del Aprendizaje Adaptativo se logre de manera exitosa?
- ¿Qué combinación de enfoques de Aprendizaje Adaptativo se debe implementar para la asimilación de los contenidos por parte de los diferentes grupos de participantes?
- ¿Qué características se deben de evaluar a fin de poder validar la implementación del curso realizando comparativas entre los grupos adaptados y el grupo control?

1.3 Objetivo general

Desarrollo de un modelo de aprendizaje adaptativo para programas de capacitación en línea, considerando los perfiles de ingreso y Learning Analytics.

1.3.1 Objetivos específicos

- Investigar sobre el estado del arte respecto al aprendizaje adaptativo que permita establecer una metodología inicial de la investigación.
- Establecer un diagnóstico inicial para el agrupamiento de aprendices en programas de capacitación en eLearning que permitan la implementación del aprendizaje adaptativo.
- Definir la estructura de las actividades adaptativas que complementen los requerimientos de los perfiles de aprendizaje del programa.
- Establecer las métricas de Learning Analytics que permitan reconocer las actividades adaptativas que generan un mejor desempeño de los aprendices de acuerdo con su perfil.
- Definir las estrategias de evaluación para medir los resultados de aprendizaje.
- Comparar los resultados obtenidos para cada uno de los grupos comparados con un grupo control.
- Evaluar la eficacia del modelo en base a los resultados.
- Presentar los resultados obtenidos.

1.4 Justificación

La implementación de un modelo de aprendizaje adaptativo a un programa de capacitación, realizando agrupamientos con base en los estilos de aprendizaje y características particulares de cada estudiante, contribuye al estudio de un área poco explorada en México para los programas de eLearning, buscando en los alumnos un mejor aprovechamiento de los materiales educativos adaptados a su perfil, facilitando a los tutores el análisis y seguimiento de los resultados de manera individual y por grupo, permitiendo tomar acciones de mejora para el aprendizaje individual y colectivo, y a las instituciones, el poder ofertar programas de calidad en un proceso de mejora continua de materiales, procesos, rutas de aprendizaje y gestión del conocimiento.

El impacto de esta investigación en el sector educativo radica en el diseño y desarrollo de materiales y actividades dirigidas específicamente a ciertos perfiles de aprendizaje, permitiendo generar datos acerca del aprendizaje de los estudiantes, analizando que recursos educativos ofrecen mejores resultados para determinado perfil, y que, con esta información, los docentes y las academias tomen decisiones informadas en la mejora de materiales, procesos y gestión del aprendizaje.

En la parte social, el curso desarrollado para esta investigación es sobre la creación de actividades interactivas, y está dirigido a docentes y creadores de contenidos para aulas virtuales del estado de Tabasco (a nivel bachillerato, licenciatura y posgrado), por lo que se espera un impacto positivo en la conceptualización y creación de actividades novedosas, pertinentes e interactivas, por parte de los participantes, en beneficio de sus alumnos.

Capítulo 2. Marco teórico

2.1 Marco referencial

En el año 2011, Siemens y Long definen la Analítica de Aprendizaje como los datos generados durante el desarrollo de propuestas formativas virtuales que habitualmente se relacionan con el número de accesos, materiales revisados, participaciones, puntuaciones y similares (p. 30). En el 2013, Dietz-Uhler y Hurn mencionan que es una disciplina emergente relacionada con el desarrollo de métodos para explorar series de datos procedentes de ecosistemas educativos, y con el uso posterior de los resultados del análisis para entender mejor al alumnado, sus comportamientos y así mejorar el diseño de los entornos en los que aprenden (p. 17).

El aprendizaje adaptativo, es un método educativo basado en Analíticas de Aprendizaje que permite modificar la propuesta educativa de forma personalizada y en tiempo real teniendo en cuenta el desempeño de cada estudiante. El estudiante es considerado como un sujeto activo de su proceso de aprendizaje con necesidades particulares, por lo cual debe seguir una ruta de aprendizaje acorde a estas características y no a procesos de enseñanza estandarizados.

Para mejorar la calidad de las actividades de formación se requiere analizar información y datos, por ejemplo, el rastro que pueden dejar los estudiantes durante un determinado proceso de formación en línea, su grado de interacción con docentes, compañeros y materiales de estudio, etc. Se recopila, mide, analiza y presenta multitud de datos sobre los estudiantes y sus contextos, con la finalidad de entender y tratar de optimizar los procesos de aprendizaje y el propio contexto en el que éste se produce (García Aretio, 2017, p. 17).

En un primer análisis de trabajos de investigación sobre proyectos de aprendizaje adaptativo que además estuvieran relacionados con analíticas de aprendizaje, se encontraron varias propuestas en las que se utilizaba la minería de datos para implementar la adaptabilidad de los contenidos que, en la mayoría de los casos, eran herramientas hechas a la medida del proyecto, siendo difícil el replicarlos para otros programas académicos. En la Tabla 2-1 Problemáticas y resultados en proyectos de Aprendizaje Adaptativo, se presenta un análisis de las características principales, la problemática que se pretendía resolver, los productos y los resultados obtenidos de cada investigación.

Tabla 2-1 Problemáticas y resultados en proyectos de Aprendizaje Adaptativo

<p>Artículo 1</p> <p>Aprendizaje adaptativo en Moodle: tres casos prácticos (Lerís, Veá y Velamazán, 2015)</p>	<p>Generales</p> <p>Institución: Universidad de Zaragoza, España. 2013.</p> <p>Número de participantes: 23 estudiantes de Ecuaciones Diferenciales (Matemáticas II); 25 estudiantes de Matemáticas I; 102 estudiantes de Matemáticas II.</p> <p>Técnicas utilizadas: Adaptación del proceso de aprendizaje a una variable inicial; Navegación adaptativa del usuario por un itinerario de aprendizaje adaptado.</p> <p>Herramientas: Moodle 2.7: Lecciones, retroalimentación de cuestionarios, foros, SCORM, condiciones de acceso a actividades y recursos, seguimiento de finalización de actividades.</p>
<p>Problema que resuelve</p> <p>Se revisan las funcionalidades adaptativas disponibles en Moodle revisando tres casos de diseños instruccionales adaptativos. Esto ante la necesidad de adecuar el proceso formativo a las características del estudiante.</p>	<p>Productos presentados</p> <p>La manera en que se aborda el tema sobre las posibilidades adaptativas de Moodle es desde dos perspectivas, en primer lugar, la interactividad, que es cuando la adaptación al usuario es una posibilidad de la configuración interna del recurso educativo; y la segunda, las interactividades, que suponen el establecimiento de reglas o relaciones de dependencia entre diferentes recursos educativos. Se presentaron tres casos en los que se implementó el aprendizaje adaptativo.</p> <p>Resultados</p> <p>El impacto en la eficacia de la enseñanza, derivado de las tasas de éxito (aprobados/presentados) y rendimiento (aprobados/matriculados) de cada asignatura resulto exitosa (tasa de éxito ha sido igual o superior al 75% y la de rendimiento igual o superior al 66%).</p>
<p>Artículo 2</p> <p>Diseño e Implementación de un Módulo de Analítica de Aprendizaje, y su Aplicación para la Evaluación de Experiencias Educativas</p>	<p>Generales</p> <p>Institución: Universidad Carlos III de Madrid, España.</p> <p>Número de participantes: 81 estudiantes en la materia de Física (2012), 167 en física, 73 en química y más de 243 en matemáticas (2013). Cursos impartidos en la plataforma de <i>Khan Academy</i>.</p> <p>Técnicas utilizadas: Desarrollo de indicadores, desarrollo de aplicación propia para analíticas de aprendizaje, visualizaciones y análisis estadístico para ver la interacción de los estudiantes con la plataforma</p> <p>Herramientas: <i>Python, Google App Engine Datastore, API Google Charts, App Engine Cron Service, Task Queue Python API.</i></p>

<p>(Ruipérez-Valiente, Muñoz-Merino, y Delgado Kloos, 2015)</p>	<p>Problema que resuelve</p> <p>Ante la dificultad de interpretar directamente la gran cantidad de información que se genera en un Ambiente Virtual de Aprendizaje, se requiere de una aplicación que convierta los datos de bajo nivel en informes de alto nivel que puedan interpretar los diferentes tipos de usuarios de los programas.</p>	<p>Productos presentados</p> <p>Para la solución se desarrollaron 3 productos principales: Establecer indicadores y parámetros para transformar los datos de bajo nivel que arroja la plataforma; una aplicación de analítica de aprendizaje que se alimenta de los indicadores y parámetros, presentándolos de manera gráfica y amigable en una pantalla de visualización; y una prueba piloto para evaluar las experiencias de aprendizaje en un curso a nivel universitario.</p> <p>Resultados</p> <p>El que los profesores cuenten con las herramientas necesarias para supervisar la progresión y el trabajo de cada alumno por separado mediante visualizaciones individuales, así como la clase en conjunto mediante visualizaciones globales, permite tomar medidas preventivas y correctivas a tiempo, identificar los materiales más y menos exitosos, y realizar retroalimentaciones más precisas y enfocadas.</p>
---	--	---

<p>Artículo 3</p> <p>Interacción de los estudiantes con las actividades de Moodle: un estudio basado en Web Mining (Muñoz-Gea, de la Cruz, Sáez, Pérez y Hernández, 2016)</p>	<p>Generales</p> <p>Institución: Universidad Politécnica de Cartagena, Colombia.</p> <p>Número de participantes: No se menciona el número de participantes, se generan los resultados en base a 1,503,765 registros de acceso a la plataforma.</p> <p>Técnicas utilizadas: Analíticas de datos</p> <p>Herramientas: Reportes de Moodle y Google Analytics.</p>
--	---

	<p>Problema que resuelve</p> <p>En muchos casos, los registros de uso de Moodle han sido subutilizados en la investigación de eLearning, se requiere un análisis de aprendizaje a un conjunto de datos obtenidos de la</p>	<p>Productos presentados</p> <p>La metodología se dividió en tres fases:</p> <p>Se analizó la forma en la que los alumnos acceden a la plataforma, cuáles son las actividades más utilizadas, momentos de acceso y duración.</p> <p>En la segunda fase se utiliza Google Analytics como técnica para analizar los datos.</p> <p>En la tercera fase se analizan los datos de 1,503,765 registros, principalmente el número de visitas, su duración, momento en el que se realizan, tecnología usada y procedencia de las</p>
--	---	--

	<p>plataforma Moodle correspondientes a diferentes asignaturas impartidas en la Universidad Politécnica de Cartagena con el objetivo de mejorar este sistema de aprendizaje, adaptándolo a las diferentes necesidades y requerimientos del alumnado.</p>	<p>visitas. Se ha aplicado diversos filtros para comprender mejor la interacción del alumno con la plataforma.</p> <p>No se evalúa la interacción del usuario con la plataforma en general, sino que se profundiza en la caracterización del uso de esta diferenciando la participación en las diferentes actividades que configuran el curso.</p> <p>Resultados</p> <p>El uso de las distintas actividades solo representa un pequeño porcentaje del uso total de esta plataforma. Esto es un claro indicador de que no se está aprovechando las distintas herramientas que se ofrecen en la plataforma, por lo que se requiere fomentar el uso de Moodle especialmente entre los profesores, que no están utilizando las distintas actividades para evaluar, fomentar el estudio, facilitar el trabajo al alumno.</p>
<p>Artículo 4</p> <p>Aplicando minería de datos para descubrir rutas de aprendizaje frecuentes en Moodle (Bogarín, Romero y Cerezo, 2015)</p>	<p>Generales</p> <p>Institución: Universidad de Oviedo, España.</p> <p>Número de participantes: 84 estudiantes universitarios del grado de Psicología.</p> <p>Técnicas utilizadas: <i>Cluster Analysis, Data Mining.</i></p> <p>Herramientas: Moodle, software de DM WEKA Esperanza-Maximización (EM) para el Clúster, <i>ProMimport framework</i> con el algoritmo <i>Heuristics Miner</i> y <i>ProM.</i></p>	
	<p>Problema que resuelve</p> <p>Al aplicar técnicas de minería de datos sobre un conjunto de usuarios, se corre el riesgo de obtener información genérica del grupo, se busca obtener información más específica sobre los modelos de comportamiento en la plataforma Moodle que brinden la oportunidad de</p>	<p>Productos presentados</p> <p>Se propone el uso de agrupamiento o <i>clustering</i> para mejorar la minería sobre los procesos educativos y optimizar el rendimiento y comprensibilidad de cada modelo obtenido.</p> <p>Se proponen dos tipos diferentes de agrupamiento:</p> <p>Manual: Se agrupan a los estudiantes directamente usando la nota final obtenida en el curso, quedando en el grupo 1 los que aprobaron el curso y en el grupo 2 los que reprobaron.</p> <p>Automática: Se agrupan aplicando <i>clustering</i> sobre la información de interacción (conjunto de indicadores) que éstos realizan al ejecutar el curso en la plataforma.</p> <p>Al aplicado el algoritmo <i>Heuristics Miner</i> de <i>ProM</i> (muestra el comportamiento más frecuente de los estudiantes) al conjunto de datos total, a los reprobados, a los aprobados y a tres grupos resultantes de un proceso de <i>clustering</i>,</p>

	adaptar el aprendizaje de manera más personalizada.	<p>Resultados</p> <p>Se propone el uso de agrupamientos para mejorar la minería de datos de los procesos educativos. Esto permite obtener visualizaciones de estados críticos de las actividades y comportamiento de los alumnos, que permitan tomar acciones anticipadas para el seguimiento del proceso de aprendizaje.</p>
Artículo 5	Generales	
Gestión visual de un proceso de aprendizaje en el modelo Suricata (Domínguez, Nelson, Rubio, 2015)	<p>Institución: Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España.</p> <p>Número de participantes: 135 alumnos en la facultad de Traductores e Intérpretes, analizando cuatro grupos: Alemán 1, Alemán 2, Francés 1 y Francés 2.</p> <p>Técnicas utilizadas: Learning Analytics.</p> <p>Herramientas: Moodle, desarrollo e implementación del <i>plugin ARS</i> para analítica de redes sociales en Moodle, <i>Pajek</i>.</p>	
	Problema que resuelve	Productos presentados
	Los LMS no aportan mucha información sobre las relaciones virtuales de los estudiantes. Por lo que se busca realizar un análisis y visualización de resultados de una asignatura básica implementando herramientas de análisis de redes sociales (ARS).	<p>Se desarrollo una herramienta tipo plugin llamado ARS, que permite obtener distintos parámetros como: una tabla de calor, un gráfico de barra, una visualización de nodos, una visualización de nodos alternativa y ficheros de Pajek (<i>Plugin</i> para análisis de redes sociales).</p> <p>Con este tipo de análisis social, se puede, por ejemplo, observar visualmente que los alumnos del grupo 1A obtienen mejores notas que los del grupo 1B. También se observa que es una asignatura en donde predominan las mujeres y los pocos hombres que existen sacan peores notas que las mujeres.</p> <p>Explica cinco categorías de <i>Learning Analytics</i> de Ferguson y Shum: Análisis social, Análisis de discurso, Análisis de contenido, Análisis de la motivación y Análisis de contexto.</p> <p>Resultados</p> <p>Al ser asignaturas presenciales, se tiene la posibilidad de interactuar con los alumnos físicamente. Esto permite ajustar <i>in-situ</i> las técnicas de aprendizaje que se están implantando. Con ello se obtiene resultados de una manera más rápida y fiable. El <i>feedback</i> es casi inmediato ahorrando ello mucho tiempo a la hora de poner en práctica nuevas ideas.</p>

Fuente: Elaboración propia en base a Lerís López et al, 2015. Ruipérez-Valiente et al, 2015. Muñoz-Gea et al, 2016. Bogarín Vega et al, 2015. Domínguez et al, 2015.

De este análisis se puede destacar una tendencia de implementación del Aprendizaje Adaptativo en dos vertientes, primero, la medición de las analíticas de aprendizaje como un medio para obtener información de los procesos que permite intervenir, modificar y adaptar el desarrollo de un programa, ya sea de manera individual o colectiva. La segunda, hacia el establecimiento de rutas y modelos adaptativos de aprendizaje que se le presentan al alumno en base a ciertos criterios, por ejemplo, un diagnóstico inicial, los resultados de alguna evaluación, resultados de cursos anteriores, entre otros. También se observa que dichas técnicas no solo aplican a programas implementados completamente en línea, y que, en varios casos, se implementa en programas semipresenciales o presenciales apoyados por la tecnología.

En referencia a la vertiente de analíticas de aprendizaje se destaca el establecimiento de indicadores que permitan medir y comparar los avances obtenidos, la creación o implementación de paneles gráficos (*dashboards*) para visualizar la información, el agrupamiento de participantes con características similares (*clustering*) y el desarrollo de aplicaciones o extensiones propias (*plugins*) para la extracción y presentación de datos.

En la vertiente de establecimiento de rutas de aprendizaje, se encuentra la implementación de la adaptabilidad dentro de cada actividad, y en las relaciones entre las diferentes actividades y recursos (en base a agrupamientos, resultados, finalización, tiempo requerido o número de intentos en actividades anteriores). Por otra parte, se manejan materiales adaptativos por parte de los tutores o del sistema mismo, en base a los resultados que se presentan al evaluar las analíticas de aprendizaje.

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Aprendizaje Adaptativo

Para la integración del aprendizaje adaptativo en un programa académico que se imparte en línea, se debe establecer una metodología específica para la implementación del modelo, como se adecuan las actividades a los estilos de aprendizaje, cuáles son los tipos de actividad recomendados para los programas que se imparten en línea, que métodos se utilizan para visualizar las analíticas de aprendizaje y la manera de evaluar los resultados.

Para establecer el marco teórico de cada uno de estos elementos, se evaluaron varios proyectos en los que se implementa el aprendizaje adaptativo, seleccionando seis de ellos.

1. Educación a distancia y virtual: calidad, disrupción, aprendizajes adaptativo y móvil (Aretio, 2017).
2. Una revisión actualizada del concepto de eLearning (García-Peñalvo y Seoane-Pardo, 2015).
3. Promoción de la autogestión a través de objetos de aprendizaje adaptativos en alumnos de educación superior (González, Becerra y Olmos, 2018).
4. Aprendizaje adaptativo en Moodle: tres casos prácticos (Lerís López, 2015).
5. Participantes heterogéneos en MOOC y sus necesidades de aprendizaje adaptativo (Lerís et al, 2016).
6. Providing Adaptivity in Moodle LMS Courses. (Despotović-Zrakić, Marković, Bogdanović, Barać, & Krčo, 2012).

Se evaluaron las características comunes incluidas en los artículos en cuanto a Aprendizaje Adaptativo, identificando las siguientes: Metodología, Detección de los estilos de aprendizaje, Actividades adaptativas, Analíticas de aprendizaje y Evaluación adaptativa.

En la Tabla 2-2 Resumen de las características incluidas en proyectos de Aprendizaje Adaptativo y eLearning, se identifica si se abordaron y con que enfoque, cada una de estas características.

Tabla 2-2 Resumen de las características incluidas en proyectos de Aprendizaje Adaptativo y eLearning

Características del Aprendizaje Adaptativo						
	Artículo 1	Artículo 2	Artículo 3	Artículo 4	Artículo 5	Artículo 6
Metodología	Parámetros de calidad	Arquitectura del eLearning	-	Diseños adaptativos	Descripción	Arquitectura
Detección de los estilos de aprendizaje	-	-	Proceso para la detección de estilos	-	Descripción	Descripción y generación de clústeres
Actividades adaptativas	-	-	Descripción	Descripción y diseños adaptativos	-	Propuesta de actividades adaptativas.
Analíticas de aprendizaje	Descripción	Proceso de Analítica	-	Descripción	-	Recolección
Evaluación adaptativa	Descripción	-	Descripción	-	Descripción	Descripción

Fuente: Elaboración propia en base a Aretio, 2017 (1), García-Peñalvo y Seoane-Pardo, 2015 (2), González Fernández et al, 2018 (3), Lerís López, 2015 (4), Lerís, Dolores et al, 2016 (5) y Despotović-Zrakić et al, 2012 (6).

Definiciones de los términos utilizados en la tabla:

Arquitectura: explica de manera detallada los conceptos y la manera en que se construyen.

Descripción: menciona la aplicación del concepto en forma general.

Proceso: describe el procedimiento y/o metodología a seguir para llegar al resultado.

Propuesta: expone los parámetros a seguir sin entrar a detalle en la fundamentación.

2.2.1.1 Metodología de implementación del aprendizaje adaptativo

Despotović-Zrakić, et al (2012), describen una metodología para la implementación del aprendizaje adaptativo utilizando la plataforma Moodle. Es un proceso dinámico que consta de 6 pasos los cuales se muestran en la Figura 2-1.

El proceso comienza con el análisis y definición de los objetivos del curso y en base a estos, la elección del modelo y grado de personalización que se va a utilizar en el curso.

En el segundo paso se realiza un levantamiento de datos de los participantes del curso, desde datos personales, test sobre estilos de aprendizaje, datos de cursos anteriores en caso de existir, entre otros, integrándolos en una base de datos para su posterior análisis.

En el tercer paso se realiza el análisis multivariado y clasificación de los participantes, aplicando técnicas de minería de datos (en esta metodología se utiliza un Cluster Analysis por el método K-means para tres grupos). Como resultado del análisis, se crean grupos de participantes que tienen

características en común y que van a permitir la personalización de las actividades de acuerdo con dichas características.



Figura 2-1 Método de implementación del aprendizaje adaptativo (Despotović-Zrakić, et al, 2012).

El paso cuatro consiste en adaptar las actividades, materiales y evaluaciones del curso, así como las relaciones entre todas ellas, todo esto según las características predominantes de cada grupo resultante.

En el paso cinco se da la impartición del curso, en donde los profesores revisarán que cada una de las actividades y materiales este cumpliendo con sus objetivos, realizando las adecuaciones que se consideren pertinentes.

Por último, en el paso seis, se realiza una evaluación de los resultados, la satisfacción de los usuarios, y la pertinencia y efectividad de las actividades adaptativas, a fin de optimizar los programas que se impartan a futuro (Despotović-Zrakić, et al, 2012).

2.2.1.2 Detección de los estilos de aprendizaje

Una de las variantes del aprendizaje adaptativo, es que el estudiante pueda autorregular su aprendizaje por medio de la metacognición y a partir del conocimiento propio como parte de su proceso de aprendizaje, por lo tanto, si el estudiante es consciente de cómo aprende, a partir de esto estará preparado para planear y generar rutas en su formación.

Es así como los estilos de aprendizaje son de vital importancia. (González Fernández et al, 2018). En estos casos se puede formar una red de conceptos a ser visitados por el estudiante dándole opciones para que seleccione de acuerdo con sus preferencias y estilos de aprendizaje propios, la ruta de aprendizaje que cubra sus expectativas de conocimiento respecto al programa.

Sin embargo, para esta investigación, se propone la adecuación del entorno virtual de aprendizaje de acuerdo con las características de los participantes. Para poder realizar una adecuación de los materiales, actividades y evaluaciones, una de las tareas a realizar es el detectar el o los estilos de aprendizaje predominantes en cada uno de los participantes del curso. Para este proceso existen varias herramientas de detección, por citar algunos, la teoría de aprendizaje de Kolb, Honey y Mumford (Rodríguez Cepeda, 2018), los estilos de aprendizaje de Gregorc, el modelo de Dunn y Dunn (Hawk y Shah, 2007), el de Vark propuesto por Neil Fleming y Colleen Mills (González, 2012).

En el presente trabajo utilizamos el modelo enseñanza-aprendizaje de Felder-Silverman (1988), ya que es uno de los más utilizados en los diversos estudios sobre aprendizaje adaptativo, su longitud es adecuada, se desarrolló para las áreas de ingeniería y tecnología de nivel superior, además de que se cuenta con el permiso de uso sin costo para instituciones educativas y con fines de investigación.

El modelo de Felder y Silverman (Felder-Silverman Learning Style Model, FLSM), originalmente contaba con cinco dimensiones de estilos de aprendizaje y los estilos que le corresponden al tutor para cada uno de ellos, como se puede observar en la Tabla 2-3 Dimensiones de los Estilos de Enseñanza y Aprendizaje.

Tabla 2-3 Dimensiones de los Estilos de Enseñanza y Aprendizaje

Estilos de aprendizaje del alumno		Estilos de enseñanza del profesor	
Sensorial Intuitivo	{ Percepción	Concreto Abstracto	{ Contenido
Visual Auditivo	{ Entrada	Visual Verbal	{ Presentación
Inductivo Deductivo	{ Organización	Inductivo Deductivo	{ Organización
Activo Reflexivo	{ Procesamiento	Activo Pasivo	{ Participación del estudiante
Secuencial Global	{ Comprensión	Secuencial Global	{ Perspectiva

Fuente: Felder y Silverman, 1988.

En junio de 2002, Richard M. Felder agrega un prefacio a su artículo original donde explica la reducción de 5 dimensiones a 4, eliminando la dimensión inductiva/deductiva, argumentando el que la educación actual se debe regir por la inducción, dejando el método deductivo como una estrategia que se utiliza cada vez menos. Por otro lado, explica el cambio de la dimensión Visual / Auditivo, por Visual / Verbal, explicando que, según la ciencia cognitiva, el cerebro convierte los textos que leemos en sus equivalentes hablados, por lo que el incluir los textos en la parte visual no era lo más correcto, encajando mejor en la parte verbal y no así en la auditiva.

El Índice de estilos de aprendizaje (ILS, por sus siglas en inglés), desarrollado y validado por Richard M. Felder y Barbara A. Soloman (1991), es un instrumento de evaluación basado en la web que da como resultado las preferencias en las cuatro dimensiones Felder y Silverman:

- Estilo de aprendizaje Activo-Reflexivo
- Estilo de aprendizaje Visual-Verbal
- Estilo de aprendizaje Secuencial-Global
- Estilo de aprendizaje Sensitivo-Intuitivo

Consta de 44 preguntas con dos opciones de respuesta cada una. Cada dimensión en los estilos de aprendizaje está asociada a 11 preguntas de elección correspondiente a una de las categorías de la dimensión (por ejemplo, visual o verbal).

El resultado que se obtiene del modelo se presenta de la siguiente manera:

Tabla 2-4 Hoja de perfil, resultado de la prueba de Estilos de Aprendizaje de Felder - Silverman

	11	9	7	5	3	1	1	3	5	7	9	11	
Activo									X				Reflexivo
Visual								X					Verbal
Secuencial				X									Global
Sensitivo											X		Intuitivo

Fuente: Felder & Soloman, 1991.

Para cada dimensión, se obtiene un puntaje entre 1 y 11, si la escala está entre 1 y 3, significa que la persona presenta un equilibrio apropiado entre los dos extremos de la escala. En el ejemplo existe un equilibrio entre visual y verbal. Si el puntaje está entre 5 y 7, significa que se presenta una preferencia moderada hacia uno de los dos extremos de la escala, y la persona aprende más fácilmente si se le presentan apoyos en esa dirección. En el ejemplo la persona es más reflexiva que activa, y más secuencial que global. Si el puntaje está entre 9 y 11, significa que la persona presenta una preferencia muy fuerte por uno de los extremos de la escala, y puede llegar a presentar dificultades para aprender en un ambiente en el que no cuente con apoyos en esa dirección, en el ejemplo, la persona tiene una fuerte inclinación por el estilo intuitivo (Felder & Silverman, 1988).

En base a los resultados obtenidos en estas cuatro dimensiones, se pueden realizar agrupamientos de estudiantes con características similares, así como la adaptación de las actividades, materiales y evaluaciones del curso.

2.2.1.3 Actividades y evaluaciones adaptativas

García Aretio (2017) define un esquema de clasificación de métodos adaptativos a partir de tres dimensiones básicas:

1. Entidades adaptables, tales como el contenido de aprendizaje, selección de material y rutas instruccionales o anotaciones;
2. Rasgos personales del estudiante como el conocimiento previo, preferencias o intereses individuales;
3. Razones de la personalización, caso tal del modelo de preferencia, compensación de los déficits de conocimiento o incremento de la eficiencia ergonómica.

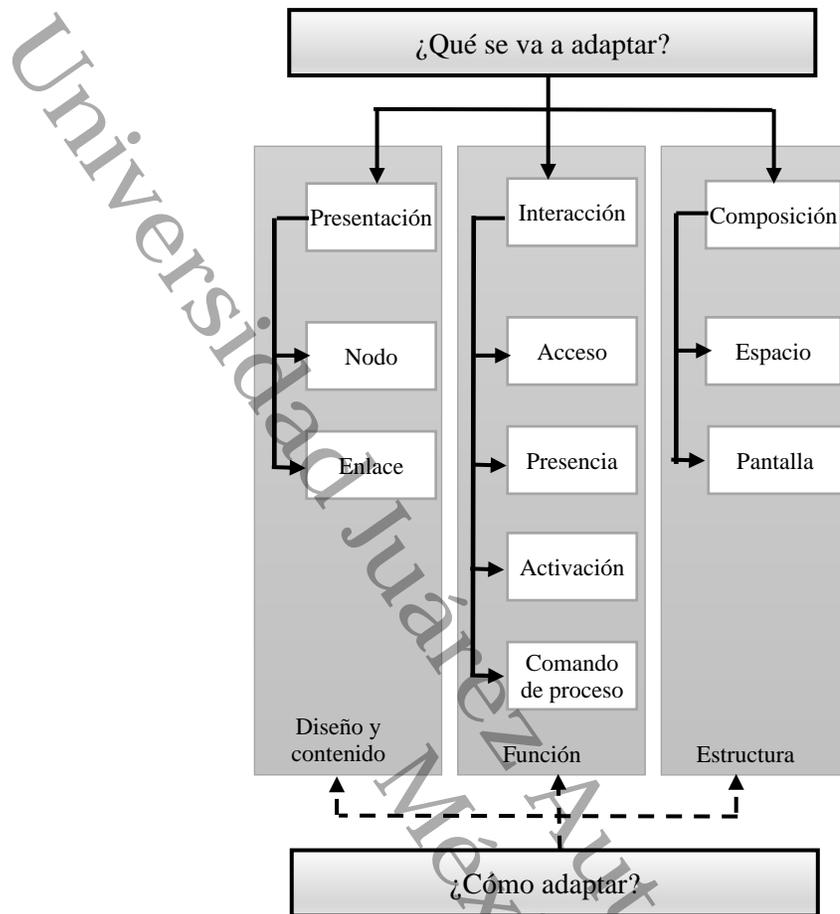


Figura 2-2 Propuesta de personalización para sistemas eLearning Adaptativos.
Fuente: García Aretio 2017.

A su vez hace una abstracción de la propuesta con cuatro categorías: 1. secuenciamiento adaptativo, 2. interfaces incrementales, 3. presentación adaptativa y 4. soporte a la navegación adaptativa. Adicionalmente, concreta su propia propuesta de personalización para los sistemas ELearning Adaptativos con tres categorías:

1. Presentación referida a la intra e interrelación de objetos de aprendizaje,
2. Interacción referida al acceso, presencia y activación adaptable de materiales y
3. Composición que corresponde a la escalabilidad de estructuras adaptables como se muestra en la Ilustración 2-2.

Para esta investigación, conjuntando el método de implementación del aprendizaje adaptativo de Despotović-Zrakić, con el índice de estilos de aprendizaje de Felder y Silverman para crear agrupamientos por características y estilos de aprendizaje similares, y en base a la propuesta de adaptación de García Aretio sobre el diseño y el contenido, se realizó el diseño instruccional del

curso adaptando las actividades, recursos y evaluaciones a las características propias de cada grupo y al modelo de estilos de aprendizaje utilizados.

Puede presentarse que existan algunas características similares en todos los grupos, como la preferencia del trabajo en equipo, por ejemplo, esto permite que puedan existir actividades comunes para todos los grupos, pero se tienen que establecer reglas para asociar los estilos de aprendizaje particulares de cada grupo con las actividades propias que te brinde el sistema. Moodle es una de las herramientas más completas en este sentido, permitiendo integrar muchos tipos de actividades, así como relaciones de dependencia entre ellas (Despotović-Zrakić, et al, 2012).

Un ejemplo, es la prueba de estilos de aprendizaje de Vark, se proponen las siguientes reglas:

Tabla 2-5 Actividades propuestas para cada estilo de aprendizaje Vark

Visuales	Auditivos	Lecto/escritores	Kinestésicos
Diagramas	Debates, argumentos	Libros, textos	Ejemplos de la vida real
Gráficas	Discusiones	Lecturas	Cátedras de invitados
Colores	Conversaciones	Retroalimentación escrita	Demostraciones
Cuadros	Audios	Toma de notas	Actividad física
Textos escritos	Video + audio	Ensayos	Construcciones
Diferentes tipos de letra	Seminarios	Opción múltiple	Juego de roles
Diferentes arreglos espaciales	Música	Bibliografías	Modelos de trabajo

Fuente: González, 2012.

Para el modelo de Felder y Silverman, en la Tabla 2-6, Despotović-Zrakić, et al (2012) sugieren emparejamientos de cada estilo con los recursos y actividades incluidos en la plataforma Moodle para la implementación de actividades adaptativas. Sin embargo, en este estudio no se contemplaron todas las actividades con las que cuenta Moodle, por lo que se realizó una propuesta propia con algunas de las actividades restantes para cada estilo de aprendizaje (Wiki, Base de Datos, Tarea, Evaluación y H5P).

Tabla 2-6 Actividades de Moodle para Aprendizaje Adaptativo según estilos de aprendizaje de Felder - Silverman

	Activo	Reflexivo	Visual	Verbal	Secuencial	Global	Sensitivo	Intuitivo
* Foro	Problemas concretos	Tópicos para pensar	No	Si	Si	Tópicos globales	Hechos, ejemplos	Tópicos abstractos
* Chat	Si	No	No	Si	Con frecuencia	No	Si	No
* Glosario	Muchos términos	Conceptos	No	Si	Si	No	Si	No
* Taller	Experimentar	Tópicos sin explorar	Si	Si	Si	Si	Ejemplos prácticos	Tópicos inexplorados
* Encuesta	No	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si
* Consulta	Si	Si	Si	Si	Si	Raramente	Si	No
+ Wiki	Conceptos	Desarrollo	Esquemas	Si	Si	Raramente, revisión	Si	No
+ Base de Datos	Raramente	Si	Si	Si	Si	Esquema de la base	Si	No
* Lección	Problemas de ejemplo	Temas provistos	Ilustraciones	Escribir, multimedia	Si	Raramente	Hechos, algoritmos	Raramente
+ Tarea	Resolución de problemas, actividades manuales	Problemas de comprensión y deducción	Interpretación de esquemas, gráficos	Ejercicios grupales, presentación	Ejercicios con procedimiento	Casos reales	Experimentos reales	Conceptos abstractos
+ Evaluación	Proyectos en equipo, gamificación	Resolución de problemas, con rúbricas	Mapas mentales	Ensayos, con rúbricas	Descripción de procesos	Mapas mentales, esquemas	Ensayos, casos de uso	Elaboración de propuestas
+ HSP	Sí	Actividades para pensar	Sí	Sí, actividades con audio o con textos	Si	Raramente	Si	Si, escenarios ramificados
* Comunicación	Cara a cara	Correo electrónico	Combinada	Combinada	Combinada	Combinada	Combinada	Combinada

Fuente: * Despotović-Zrakić, et al, 2012

+ Propuesta propia en base a Felder & Soloman, 2016, Despotović-Zrakić, et al, 2012, Felder & Brent, 2005 y Felder & Silverman, 1988.

Adicionalmente se buscaron y analizaron otras propuestas de diversos autores sobre las actividades sugeridas para cada estilo de aprendizaje, los cuales se enumeran a continuación.

Tabla 2-7 Recomendaciones de material para estilos de aprendizaje.

Activo	Reflexivo	Visual	Verbal	Secuencial	Global	Sensitivo	Intuitivo
<ul style="list-style-type: none"> • Pruebas de autoevaluación • Chat, • Publicación en foros • Herramientas de mapas mentales multiusuario • Preguntas de respuestas múltiples • Ejercicios de adivinanzas 	<ul style="list-style-type: none"> • Esquema de la conferencia / sesión • Estudios de caso • Presentaciones de diapositivas • Visualización del foro • Ayuda en línea • Visualización de contenido • Ejemplos • Herramienta de mapa mental para un solo usuario • Resúmenes de conferencia / sesión • Vista de páginas de resultados 	<ul style="list-style-type: none"> • Gráficos • Mesas • Diagramas de flujo, gráficos • Imágenes • Demostraciones / videos • Coloreado o resaltado texto • Diapositivas con multimedia y animaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Material basado en texto • Objetos de audio • Objetivos de la lección y Objetos de contenido • Presentación de diapositivas de texto con audio 	<ul style="list-style-type: none"> • Preguntas detalladas • Ejercicios paso a paso • Páginas con pocos enlaces 	<ul style="list-style-type: none"> • Esquema de la conferencia / sesión • Conferencia / sesión resúmenes • Páginas con varios enlaces • Preguntas generales • Saltar navegación • Descripción general de la navegación en páginas 	<ul style="list-style-type: none"> • Ejemplos • Ejercicios • Pruebas de autoevaluación • Preguntas sobre hechos • Preguntas detalladas • Actividades prácticas • Material práctico • Presentaciones de diapositivas • Estudios de caso • Navegación mediante flechas 	<ul style="list-style-type: none"> • Visualización de contenido • Preguntas sobre conceptos • Conceptos y teorías • Mapas conceptuales • Definiciones • Algoritmos

Fuente: Liyanage, Gunawardena & Hirakawa (2013, p. 4).

Tabla 2-8 Preferencias de los estudiantes para cada dimensión de los estilos de aprendizaje

Preprocesamiento	Aporte	Comprensión	Percepción
<p>Los estudiantes activos son más entusiastas y participativos en el proceso de aprendizaje. Entienden mejor la información haciendo algo, compartiendo, aplicando o explicando a otros.</p> <p>Los estudiantes reflexivos prefieren ser ellos mismos en el proceso de aprendizaje. Piensan y analizan la información en silencio.</p> <p>A los estudiantes activos les gusta trabajar en grupo y los estudiantes reflexivos prefieren trabajar solos. Sin hacer nada físico, tomar notas de cualquier contenido es difícil para ambos tipos de estudiantes, pero especialmente difícil para los estudiantes activos.</p>	<p>Los estudiantes visuales comprenden mejor los conceptos con imágenes, diagramas, diagramas de flujo y demostraciones.</p> <p>Los estudiantes verbales comprenden leyendo más material de texto y escuchando más explicaciones habladas.</p> <p>En la mayoría de los cursos, se presenta menos información visual en comparación con el material de texto escrito o hablado.</p> <p>Por lo general, la mayoría de los alumnos son aprendices visuales, que intentan comprender si se proporcionan más presentaciones visuales.</p> <p>Para lograr un buen equilibrio, los alumnos deben ser capaces de comprender el material de aprendizaje presentado de forma visual o verbal.</p>	<p>Los estudiantes secuenciales prefieren comprender los conceptos en pasos lineales y proporcionar un vínculo entre todos los pasos. Los estudiantes globales tienden a saltar de un paso a otro y a comprender la información de forma aleatoria sin proporcionar enlaces.</p> <p>Los estudiantes secuenciales tienden a identificar y aplicar la ruta paso a paso para encontrar las soluciones. Los estudiantes globales brindan una solución rápidamente mediante la aplicación de métodos abreviados innovadores, pero encuentran dificultades para explicar el proceso de la solución.</p>	<p>Los estudiantes sensibles están interesados en aprender hechos y conceptos básicos, mientras que los estudiantes intuitivos están más interesados en aplicar conceptos básicos para descubrir posibles resultados. Los aprendices sensibles prefieren resolver los problemas con métodos definidos y establecidos, pero los aprendices intuitivos resuelven de todas las formas posibles al incluir innovaciones y sorpresas.</p> <p>Los alumnos sensibles tratan de ser pacientes al memorizar los hechos y hacer las tareas prácticas. Los estudiantes intuitivos se sienten más cómodos con las abstracciones y las formulaciones matemáticas.</p> <p>Los alumnos sensibles son más prácticos y cuidadosos, mientras que los alumnos intuitivos son más rápidos e innovadores. Percibir a los alumnos como cursos más conceptuales y fundamentales. Pero a los estudiantes intuitivos les gustan los cursos orientados a aplicaciones de la vida real.</p>

Fuente: Kolekar, Pai & Pai (2018).

Tabla 2-9 Conexiones entre estilos de aprendizaje y materiales de aprendizaje disponibles en Moodle

	Activo	Reflexivo	Visual	Verbal	Secuencial	Global	Sensitivo	Intuitivo
Texto		×		×	×	×		×
Imágenes	×	×	×		×	×	×	
Audio		×		×	×		×	
Multimedia		×	×	×	×		×	×
Video		×	×		×		×	
Animaciones			×		×		×	
Hipertexto		×	×					×
Preguntas frecuentes	×			×	×	×	×	
Noticias	×			×	×		×	

Fuente: Zlatkovic et al, 2020.

2.3 Marco tecnológico

2.3.1 Plataforma LMS

Para los fines de esta investigación, la implementación del modelo de aprendizaje adaptativo se realizó en el Sistema de Gestión de Aprendizaje Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment), que es una plataforma de aprendizaje diseñada para proporcionar a educadores, administradores y estudiantes un sistema integrado único, robusto y seguro para crear ambientes de aprendizaje personalizados.

Actualmente Moodle es uno de los sistemas de gestión de aprendizaje más utilizado en todo el mundo, a febrero de 2022 cuenta con cerca de 306 millones de usuarios en 242 países. Es un programa gratuito, de código abierto, bajo licencia pública general GNU, por lo que se puede adaptar, extender o modificar, tanto para proyectos comerciales como no-comerciales, sin pago de cuotas por licenciamiento. Al ser de código abierto, puede ser personalizado para adecuarlo a necesidades individuales. Su configuración modular les permite a los desarrolladores el crear extensiones e integrar aplicaciones externas para lograr funcionalidades específicas. Su filosofía de desarrollo está centrada en el constructivismo social, buscando brindar herramientas centradas en el estudiante y ambientes de trabajo colaborativo útiles, tanto para la enseñanza como para el aprendizaje (Moodle.org, 2022).

Para el aprendizaje adaptativo, Moodle cuenta con 15 actividades, 7 recursos y con 19 tipos de preguntas para las evaluaciones (además de cerca de 100 plugin que permiten ampliar los tipos de recursos), que dan la flexibilidad necesaria a los diseñadores instruccionales para personalizar las rutas de aprendizaje de cada uno de los perfiles de grupo con los que se cuenta.

También, dispone de varias herramientas que facilitan la implementación del Aprendizaje Adaptativo. Se puede destacar el que permite crear grupos, formados por un conjunto de estudiantes y profesores, a los que se les puede asignar un grupo específico de actividades, reglas de acceso y terminación. También se pueden crear agrupaciones, que es un conjunto de grupos a los que se les puede asignar una actividad determinada. Las reglas de acceso y terminación se pueden aplicar a los recursos y actividades, lo que permita personalizar las experiencias de los usuarios dependiendo su desempeño durante el curso.

Desde la versión 3.4 se incluye un módulo de Analítica de Aprendizaje, que actualmente, en la versión 3.11, incluye cinco modelos: “Actividades próximas pendientes”, “Cursos en riesgo de no

empezar”, “Estudiantes en riesgo de abandonar”, “Estudiantes que aún no han accedido al curso” y “Estudiantes que no han accedido recientemente al curso”, así como un conjunto de indicadores de compromiso, por ejemplo, si se tienen actividades pendientes, si el usuario ha realizado alguna acción de escritura en el curso, si el usuario está inscrito en algún foro, entre otros, además de una API que permite construir indicadores y modelos de predicción.

2.3.2 Servidor

Para la instalación de la plataforma, se utilizó un servicio de alojamiento compartido (Hosting), con CPU de 5.8 GHz, memoria de 6GB, Cloud Linux, SSD Storage, cPanel, Data Center en Estados Unidos, servicio de SSL y respaldos automáticos. La importancia de estas características radica en que la plataforma pueda soportar hasta 120 usuarios recurrentes, con lo que se aseguraba la disponibilidad del curso de manera eficiente. La versión de PHP instalada es la 7.3.33.

También se requirió de un servidor de video *streaming*, para la optimización en la visualización de los vídeos del curso, además de tener la posibilidad de generar estadísticas respecto a los mismos.

2.3.3 Base de datos y gestor de base de datos

El LMS Moodle requiere una base de datos MariaDB 10.2.29, MySQL 5.7, Postgres 9.6, MSSQL 2017 o Oracle 11.2. Para la instalación de la plataforma se utilizó MariaDB 10.3.32, la cual es la más recomendada junto con MySQL, siempre y cuando se realicen los ajustes necesarios (https://docs.moodle.org/all/es/Recomendaciones_sobre_desempe%C3%B1o#Desempe.C3.B1o_de_la_BasedeDatos). La codificación utilizada es la utf8mb4, que es la recomendada para soportar correctamente los caracteres extendidos en Moodle (por ejemplo, los emoticones).

2.3.4 Software de análisis estadístico

Para realizar los agrupamientos usando la técnica de Cluster Analysis, se requirió de un software estadístico especializado, como el SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), JMP (Jump) o MiniTab. También es posible realizarlo en R, Weka (Waikato Environment for Knowledge Analysis) y en Excel con la instalación de un complemento. Se pudo contar con una versión de prueba de JMP, por lo que es el que más se manejó para esta investigación.

Capítulo 3. Diseño Metodológico

3.1 Enfoque investigación

El modelo cuantitativo cuasi-experimental guiado por el paradigma post positivista, te permite estudiar relaciones de causa–efecto de todos los factores que puedan afectar un experimento, pero no en condiciones de control y precisión rigurosas. Al estar trabajando con personas y querer medir los resultados de utilizar métodos de aprendizaje adaptativo y analíticas de aprendizaje, comparando los resultados con un grupo control, me parece que este modelo es el que mejor se ajusta a la investigación.

El post-positivismo indica que la realidad es aprehensible de forma imperfecta por la propia naturaleza del ser humano. Los hallazgos son considerados como probables. En la metodología se pueden utilizar tanto métodos cuantitativos como cualitativos, sin embargo, estos últimos con un tinte hacia el positivismo más que al constructivismo como lo desearían los partidarios clásicos del enfoque cualitativo (Ramos, 2015).

3.2 Fuentes de investigación

Para la presente investigación se utilizaron como fuentes principales de información, el uso de metodologías y herramientas, así como artículos científicos sobre perfiles de tipos de aprendizaje y sobre aprendizaje adaptativo.

En una primera exploración sobre las investigaciones realizadas sobre el aprendizaje adaptativo, se realizó un análisis a cerca de 50 artículos, seleccionando una primera base para un análisis más exhaustivo sobre las características del estudio, la problemática que se presentaba, las herramientas utilizadas, las soluciones propuestas y los resultados.

De los resultados obtenidos en base a esta primera revisión, se realizó una segunda exploración de cerca de 30 artículos buscando un enfoque más específico sobre la justificación del aprendizaje adaptativo, implementaciones de aprendizaje adaptativo enfocado a estilos de aprendizaje, así como investigaciones realizadas utilizando la plataforma Moodle. Los resultados se detallan en el marco teórico y conceptual.

3.3 Población de estudio

La implementación del Aprendizaje Adaptativo se realizó en un programa de capacitación en el que participaron 34 docentes de nivel medio superior y superior, así como a 16 estudiantes de posgrado. Esta población de estudio se encuentra conformada por 23 hombres y 27 mujeres, entre 23 años y 60 años, con licenciatura, maestría o doctorado, de habla hispana, residentes en Tabasco, México, con conocimientos intermedios y avanzados en las tecnologías de la información, y básico o intermedio en el uso de Moodle.

Una de las características del Aprendizaje Adaptativo es que los programas educativos se puedan impartir a estudiantes heterogéneos, con diferentes experiencias y estilos de aprendizaje. De ahí que la definición de la población de estudio fuera pertinente para el este estudio.

3.4 Instrumento para la recolección de datos

Dentro del desarrollo del proyecto, se utilizaron varias técnicas de recolección y análisis de datos. Estas técnicas se fueron adaptando en el desarrollo de la investigación. En primera instancia, se utiliza el cuestionario de recolección de datos generales inicial, así como la prueba del modelo de Felder-Silverman para estilos de aprendizaje, y en base a los resultados, se realizó un análisis de conglomerados para realizar agrupamientos, que permitieron implementar el aprendizaje adaptativo a cada uno de ellos.

Para la recolección de datos en la plataforma Moodle, se realizó un análisis de las herramientas nativas de la plataforma, como la bitácora, el reporte de actividades finalizadas y los reportes de calificaciones, así como de varias herramientas desarrolladas por terceros (*plugins*) a fin de determinar los que ofrecen mayores aportaciones para determinar los resultados de las rutas de aprendizaje adaptativo, utilizando Reportes configurables (`block_configurable_reports`), Encuesta (`mod_questionnaire`), Estado de finalización (`block_completion_progress`), Learning Analytics (`local_learning_analytics`) y Behaviour Analytics (`block_behaviour`).

Para el análisis y comparativa de los resultados finales, se analizaron los resultados de las evaluaciones formativas y sumativas obtenidas por los participantes de cada grupo utilizando estadística descriptiva y comparación de resultados entre grupos.

3.5 Implementación del modelo

Para la implementación del modelo de aprendizaje adaptativo en el curso de capacitación, se utilizó una adaptación del método propuesto por **Despotović-Zrakić, Marković, Bogdanović, Barać y Krčo** de la **Universidad de Belgrado** (2012).

Tabla 3-1 Metodología para la implementación de aprendizaje adaptativo

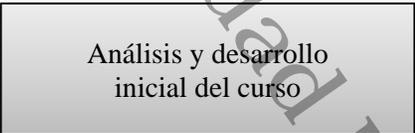
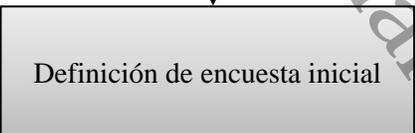
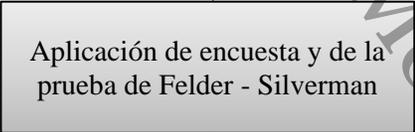
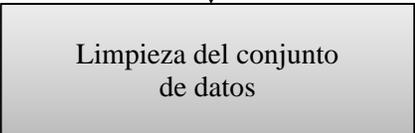
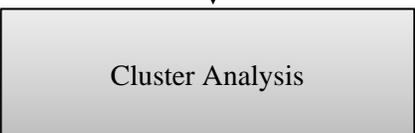
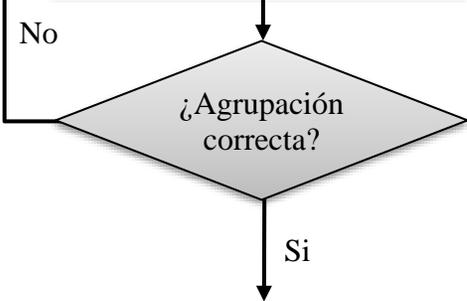
Diagrama	Descripción
	<p>Se realiza el análisis e implementación del curso definiendo la estructura inicial, sus características, objetivos y el perfil esperado de los participantes (sin actividades adaptativas).</p>
	<p>De acuerdo el análisis del paso anterior, y con el perfil esperado de los participantes, se define una encuesta inicial en la que se realizan preguntas de carácter general y relacionadas con la capacitación: edad, sexo, años de experiencia, profesión, entre otras.</p>
	<p>Se estructura la encuesta en línea y se aplica a los posibles estudiantes del curso junto con la prueba de las dimensiones de aprendizaje de Felder y Silverman.</p>
	<p>Se realiza una normalización básica de los datos, uniendo la encuesta con la prueba de Felder y Silverman, buscando valores no válidos, celdas vacías, valores extremos y se prepara la base de datos para los análisis.</p>
	<p>Se ejecuta el análisis multivariado Cluster Analysis para realizar las agrupaciones de estudiantes con características similares. Se inicia con el método de agrupamiento para K-means y se revisa otros métodos de agrupamiento para comparar resultados y definir cuál puede ser el más idóneo y con qué número de grupos se puede optimizar la adaptación.</p>
	

Diagrama	Descripción
<pre> graph TD A[Adaptación del curso según las agrupaciones y sugerencias de actividades] --> B1[Grupo 1] A --> B2[Grupo 2] A --> B3[Grupo 3] A --> B4[Control] B1 --> C[Recurso] B2 --> C B3 --> C B4 --> C C --> D1[AA1] C --> D2[AA2] C --> D3[AA3] C --> D4[AC] D1 --> E[RA 1-2] D2 --> E D3 --> E D3 --> F[RA3] D4 --> G[RC] E --> H[Actividad] F --> H G --> H H --> I1[EA1] H --> I2[EA2] H --> I3[EA3] H --> I4[EC] I1 --> J[Recopilación y evaluación de resultados] I2 --> J I3 --> J I4 --> J </pre>	<p>Se implementan las actividades, recursos, evaluaciones e interactividad del modelo adaptativo, de acuerdo con la Tabla 2-6 Actividades de Moodle para Aprendizaje Adaptativo según estilos de aprendizaje de Felder - Silverman y a las características particulares de cada grupo.</p>
	<p>Se realiza el curso de capacitación en donde cada grupo va a acceder a su ruta de materiales, actividades y evaluaciones adaptativas. Para fines de la investigación y tener parámetros de comparación, se forma un grupo control, el cual realiza el curso de manera normal, sin actividades de aprendizaje adaptativo.</p>
	<p>Puede haber recursos que apliquen para dos o más grupos (por ejemplo, el Recurso Adaptativo 1 - 2), e inclusive a todos los grupos (como el recurso Actividad). En estos casos se puede dar la interactividad entre grupos si se considera necesario.</p>
	<p>Se realizan las evaluaciones del curso y se recaba la información de los registros de la plataforma a fin de analizar y conocer los resultados y compararlos con el grupo control.</p>
	<p>Se realiza el informe del curso, se determina la efectividad de las actividades adaptativas, y se redactan las conclusiones de acuerdo con los resultados obtenidos.</p>

Fuente: Elaboración propia en base al método propuesto por Despotović-Zrakić et all (2012).
Abreviaciones: AA: Actividad adaptativa, RA: Recurso adaptativo, EA: Evaluación adaptativa, AC: Actividad común, RC: Recurso común, EC: Evaluación común.

Las adaptaciones al modelo original se dan en la etapa de recolección de datos, en donde Despotović-Zrakić et al, proponen un curso propedéutico (para alumnos de educación formal) con el objetivo de extraer más datos para el agrupamiento. En esta investigación se omite esa opción ya que se trata de un curso de capacitación, por lo que no se contó con el tiempo necesario por parte de los estudiantes para ese fin y tampoco se contaba con dato de experiencias previas en la

plataforma Moodle, que permitieran conocer sus estilos. Otra variante es en análisis para el agrupamiento, en donde se aplicaron diferentes algoritmos de análisis para observar cual es el óptimo para programas de capacitación. Por último, se está proponiendo una actualización a la tabla de recursos y actividades para los estilos de aprendizaje, agregando las nuevas opciones con las que cuenta Moodle en la actualidad.

3.6 Diseño instruccional del curso base

Para establecer las bases del curso que se impartió, y sobre el cual se realizarán las adaptaciones de acuerdo con los grupos resultantes del diagnóstico, se presenta el diseño instruccional del curso, el cual tiene la finalidad de aprender a desarrollar contenidos para Moodle, enfocado a profesores y creadores de contenidos de cualquier nivel educativo. Se utilizó el modelo ADIIE para el diseño instruccional.

3.6.1 Análisis

Con la situación actual de confinamiento que se presentó a partir de marzo del 2020, un gran número de instituciones educativas y de docentes, se vieron en la necesidad de transitar de manera acelerada de la educación presencial a la educación a distancia, en muchos casos con muy poca capacitación y sin emplear un modelo adecuado para dicha modalidad, empleando estrategias como la de replicar las clases que se daban de manera presencial a impartirlas por videoconferencia, generando problemáticas de atención por parte de los alumnos, horarios extendidos y carentes de una justificación pedagógica, tareas excesivas y problemas de atención de los padres que tienen que servir de apoyo a los hijos pequeños que no pueden trabajar de manera autónoma. Derivado de esta problemática, se tiene a instituciones educativas y a grupos de docentes que busca actualizarse en metodologías que les permitan adecuar los programas académicos a la modalidad a distancia, generando contenidos interactivos y de calidad que coadyuben a mantener el nivel académico y de aprendizaje que se tenía en la modalidad presencial.

Ante esta situación, tanto la plataforma Moodle, como varias herramientas de creación de contenidos han presentado un crecimiento exponencial, generando la necesidad de contar con un programa especializado en la generación de contenidos con dichas herramientas, dirigido a creadores de cursos, docentes de instituciones públicas y privadas, así como a instructores y capacitadores que utilicen la plataforma Moodle, tanto en México como en Latinoamérica. •

Se espera que los participantes en el curso sean docentes y creadores de contenido que tengan conocimientos básicos de computación, una computadora personal con acceso a Internet y disponibilidad para dedicar al desarrollo del curso entre 10 y 15 horas a la semana, durante 4 semanas.

3.6.2 Diseño

En base al análisis previo, se propone un programa educativo en línea, con el siguiente objetivo general:

- Crear actividades interactivas para cursos impartidos en línea con Moodle utilizando herramientas digitales con el fin de propiciar el aprendizaje significativo de sus alumnos.

De acuerdo con las actividades y recursos con los que cuenta Moodle, así como la existencia de múltiples herramientas colaborativas que se pueden adecuar a la plataforma, los objetivos específicos para el curso son:

- Identificar los principios básicos del eLearning.
- Reconocer la plataforma Moodle y sus características principales.
- Reconocer la importancia de la interacción en las actividades para el aprendizaje.
- Identificar los factores que influyen en la selección de las actividades de aprendizaje.
- Conocer la clasificación de los tipos de evaluación y las principales características de la evaluación formativa para eLearning.
- Reconocer las mejores prácticas y recomendaciones para la elaboración de evaluaciones en línea.
- Identificar algunas de las estrategias de gamificación que se pueden utilizar en Moodle.
- Reconocer algunas herramientas digitales y su utilidad para la creación de actividades.
- Desarrollar actividades con la finalidad de representar información.
- Desarrollar actividades utilizando textos, imágenes, videos y audios.
- Identificar algunas actividades para evaluación y las recomendaciones para su uso.
- Desarrollar actividades como un medio para la evaluación formativa de los alumnos.

- Desarrollar actividades con juegos y mecánicas de simulación de situaciones para promover el aprendizaje de los alumnos.
- Construir actividades de integración de contenidos para la creación de presentaciones interactivas.
- Identificar el uso de herramientas adicionales para generar contenido interactivo y colaborativo, y la manera de incorporarlas en Moodle.
- Conocerá el funcionamiento e implementación de algunas herramientas de gamificación en Moodle.

Para el logro de estos objetivos, el curso de capacitación cuenta con las siguientes características:

- Duración nominal: Curso de 40 horas divididas en 1 módulo de bienvenida e información general y 4 módulos de desarrollo de contenidos de 10 horas cada uno.
- Tiempo de impartición por módulo: 1 semana de lunes a domingo, duración del total del curso: 4 semanas.
- Estrategia de aprendizaje: Ambiente de aprendizaje con mediación humana basado en Internet (con tutoría), evaluaciones formativas, videos de micro eLearning, actividades y evaluación sumativa.
- Modalidad: 100% en línea.
- Unidades propuestas:
 - Módulo 0: Información general y encuadre del curso
 - Módulo 1: Actividades informativas
 - Módulo 2: Actividades multimedia
 - Módulo 3: Actividades de evaluación formativa
 - Módulo 4: Actividades de gamificadas y de integración
- Estructura de los módulos:
 - Para el Módulo 0:
 - Módulo informativo integrado por la bienvenida al curso, la presentación, el encuadre o Syllabus, la agenda de actividades y el foro de ayuda.
 - Del módulo 1 al 4:
 - Desarrollo del sustento teórico que se aborda en cada uno de los módulos.

- Evaluaciones formativas
- Desarrollo de contenidos sobre la temática del módulo.
- Actividad sumativa de implementación de actividades.
- Actividad sumativa de comprensión de actividades.
- Clase síncrona por videoconferencia
- Evaluación sumativa del Módulo

3.6.3 Desarrollo

Para las actividades de aprendizaje que se plantean del módulo 1 al 4, lo que se busca es que los participantes puedan recibir retroalimentación constante durante la presentación y desarrollo de los materiales del curso, para después poner en práctica los nuevos conocimientos adquiridos construyendo en la plataforma las actividades por su cuenta, así como una actividad donde se plasme la comprensión del uso de la herramienta, describiendo y analizando las características de varias actividades a su elección.

A continuación, se describen las actividades y sus estrategias:

- Desarrollo de los contenidos teóricos: Para las explicaciones de estos contenidos, se utilizó alguna de las herramientas adicionales que se ven durante el módulo, de manera que se ejemplifique su funcionamiento al utilizarlas como alumnos dentro del curso.
- Para el desarrollo de los contenidos relativos al uso de herramientas, se utilizaron videos de entre 5 y 10 minutos de duración. Se presentaron los procedimientos a desarrollar para la configuración de las herramientas, así como el resultado final y como los verían los estudiantes de un curso.
- Para las evaluaciones formativas, se utilizaron las actividades que ofrece Moodle y que brindan retroalimentación inmediata al participante de manera que pueda evaluar sus conocimientos adquiridos, además de ver en funcionamiento las actividades.
- Se realizó una actividad colaborativa transversal para los 4 módulos, con la formación de una wiki, foro o glosario en común para todos los participantes (dependiendo el grupo). Cada uno eligió en una actividad de consulta una de las herramientas vistas en el desarrollo del módulo, y la describió.

- La estructura para las Clases síncronas fue el iniciar con una pequeña presentación de reforzamiento sobre la parte teórica/práctica del curso y su uso desde el punto de vista pedagógico. En seguida, se abordaron los temas que se consideraron más complejos del módulo, así como información complementaria importante para el correcto desarrollo de las actividades vistas en el módulo en ambientes virtuales reales. Por último, se dejó un espacio para resolver dudas puntuales sobre las herramientas y el contenido del módulo.
- Los reactivos para las evaluaciones sumativas del módulo se tomaron, en su mayoría, de las evaluaciones formativas que se realizaron durante el desarrollo de las actividades. Estas evaluaciones solo se pudieron realizar una dos veces y tienen como objetivo el validar que realmente se abordaron todos los contenidos del curso (en las instrucciones se daba la sugerencia de revisar previamente las evaluaciones formativas).
- La calificación mínima aprobatoria para el curso fue de 70%, los participantes que alcanzaron este porcentaje pudieron obtener su certificado de participación.
- Se realizó una encuesta final para evaluar el grado de satisfacción de los participantes sobre los materiales, la tutoría y la administración del curso.

3.6.4 Implementación del curso

Para la implementación del curso, se realizaron las siguientes tareas:

- Instalación de Moodle versión 3.10, alta del curso en la plataforma.
- Instalación de las extensiones de las herramientas que se van a utilizar durante el curso.
- Alta de una cuenta de *streaming* de video donde se almacenaron y vincularon los videos del curso.

Durante el desarrollo del curso, el tutor cumplió con sus funciones académicas, dando seguimiento puntual a todos los participantes, enviando mensajes de seguimiento y motivación, resolviendo dudas en los foros académico y de soporte, dando retroalimentación en las actividades sumativas que así lo requerían, revisando la correcta aplicación de las actividades por parte de los participantes, corrigiendo posibles errores o la falta de información en las instrucciones de las actividades y asignando calificaciones.

Igualmente cumplió con su función social, propiciando la participación e interacción del grupo en las actividades síncronas, incentivando el trabajo colaborativo, la actualización de los perfiles personales y, el acercamiento y establecimiento de relaciones de confianza con los participantes, indicando los canales de comunicación pertinentes, para que se sientan acompañados en todo el proceso de aprendizaje.

3.6.5 Evaluación

La evaluación a los participantes es continua y se realiza durante todo el curso. Al inicio con una evaluación diagnóstica que permitió conocer las características de los participantes, su nivel de conocimiento de las herramientas, si se encuentran frente a grupo, a qué nivel, que herramientas están utilizando actualmente, así como su perfil profesional (toda esta información permite adecuar las estrategias del diseño instruccional y de aprendizaje adaptativo, así como encontrar áreas de oportunidad para siguientes cursos). Durante el curso se tuvieron varias evaluaciones formativas, que permitieron dar retroalimentación inmediata a los participantes sobre sus aprendizajes, así como actividades y evaluaciones sumativas que permitieron certificar los conocimientos adquiridos y asignar una calificación.

3.7 Definición y aplicación de la encuesta inicial

El objetivo de este análisis de datos es el obtener agrupaciones de estudiantes con características de aprendizaje similares que permitan realizar adaptaciones en los materiales del curso de acuerdo con sus preferencias, permitiendo a los alumnos un mejor aprovechamiento de los materiales educativos adaptados a su perfil, facilitando a los tutores el análisis y seguimiento de los resultados de manera individual y por grupo.

Para poder realizar el análisis de clúster, se realizó un diagnóstico inicial en línea (Google Forms), ya que no se cuenta con información previa de los participantes en el uso de la plataforma. Este diagnóstico recoge, primeramente, algunas características de los participantes, de su perfil profesional y de sus preferencias en el uso de plataformas educativas, en seguida, se realiza la prueba de estilos de aprendizaje de Felder-Silverman, el cual consta de 44 preguntas con dos posibles respuestas.

3.8 Limpieza de datos

Una vez contestado el diagnóstico por los participantes, se realizó la descarga de la información en un archivo separado por comas (csv), proporcionado por la aplicación de Google Forms. Al realizar la configuración de las preguntas del diagnóstico, se seleccionó la opción de que todas las respuestas eran requeridas, evitando así los campos o registros en blanco. Se realizó un preprocesamiento de los datos, cambiando la codificación del archivo a fin de conservar la integridad de los datos.

Para la reducción de datos y proyección, primeramente, se asignaron valores continuos a las variables nominales y categóricas a fin de poder realizar análisis numéricos. Se realizó un análisis de correlación de Pearson para identificar variables altamente correlacionadas y analizar posibles reducciones de variables para el estudio, eliminando variables con muy poca variación y que no serían útiles para los agrupamientos, o que tuvieran una correlación muy alta con otra variable y que pudieran derivar en sesgos o tendencias al momento de analizar los datos.

3.9 Agrupación por Cluster Analysis

A fin de realizar los agrupamientos de los participantes, se utilizó un método de agrupamiento multivariable por vecindad. Existen dos métodos de agrupación, los denominados “por partición”, y los métodos jerárquicos. La primera se basa en colocar puntos centrales y medir la distancia de los individuos a ese centro, mientras que los jerárquicos se basan en la medición de las distancias entre los puntos. Buscando la similitud entre los miembros de un equipo o grupo, se eligió el método de agrupamiento por partición, para comenzar el análisis, pero se exploraron los dos métodos para elegir el mejor método de agrupación.

Si bien existen varios algoritmos para la minería de datos, en la mayoría de las investigaciones en las que se busca agrupar participantes en base a los estilos de aprendizaje de Felder-Silverman, utilizan el algoritmo no jerárquico de K medias (Despotović-Zrakić, et al, 2012), por lo que fue con el que inicie la exploración y análisis de los datos.

En el método K medias, se sitúan los prototipos o centros en el espacio, de forma que los datos pertenecientes al mismo prototipo tengan características similares.

Las regiones se definen minimizando la suma de las distancias cuadráticas entre cada vector de entrada y el centro de su correspondiente clase, representado por el prototipo correspondiente. El

algoritmo puede seguir dos enfoques distintos: K medias por lotes (batch) y K medias en línea (on-line). El primero se aplica cuando todos los datos de entrada están disponibles desde un principio, mientras que el segundo se aplica cuando no se dispone de todos los datos desde el primer momento, sino que pueden añadirse ejemplos adicionales más tarde. Para este caso se utilizará el enfoque por lotes ya que se cuenta con todos los datos.

El algoritmo consta de tres pasos:

1. **Inicialización:** una vez escogido el número de grupos, k , se establecen k centroides en el espacio de los datos, escogiéndolos aleatoriamente.
2. **Asignación** de objetos a los centroides: cada objeto de los datos es asignado a su centroide más cercano.
3. **Actualización** centroides: se actualiza la posición del centroide de cada grupo tomando como nuevo centroide la posición del promedio de los objetos pertenecientes a dicho grupo.

Se repiten los pasos 2 y 3 hasta que los centroides no se mueven, o se mueven por debajo de una distancia umbral en cada paso.

Si bien este es el método más utilizado, como parte de la metodología propuesta se buscó optimizar las agrupaciones utilizando otros algoritmos de agrupamiento, utilizando las técnicas *Normal Mixtures* y *Self Organizing Map* del software JMP.

Normal Mixtures es una técnica parecida a K means, pero en lugar de ser un método de agrupamiento para agrupar filas, es más un método de estimación para caracterizar los grupos, en lugar de clasificar cada fila en un grupo, estima la probabilidad de que una fila esté en cada grupo.

Este método se recomienda cuando los clústeres se superponen, ya que la asignación de cada punto a un clúster puede ser problemática (k medias se recomienda cuando los agrupamientos están bien separados).

La técnica *Self Organizing Map* (SOMs), fue desarrollada por Teuvo Kohonen (1989) y es un modelo de redes neuronales de aprendizaje no supervisado competitivo. Los modelos de redes neuronales se especializan en reconocimiento de patrones. Se dice que son competitivas porque cuando entra un modelo de datos al proceso, los tipos de salida (neuronas) compiten por ser las vencedoras y activarse de acuerdo con el modelo entrante. De esta manera se da el aprendizaje, de manera que cuando se introducen nuevos objetos, estos deben activar la misma “neurona” de salida

(solo una). Las categorías son creadas por la propia red, permitiendo agrupar conjuntos de datos multidimensionales en base a patrones similares de su estructura (Martin, 2018, p. 31).

Una vez establecidos los grupos, buscando el que se la cantidad de integrantes fuera parecida y que los perfiles se tuvieran características similares, se tomaron al azar un número uniforme de integrantes de cada grupo para formar el grupo control.

3.10 Adaptación del curso

Para la adaptación del curso, una vez obtenidas las agrupaciones, se analizaron las características principales de cada uno, estableciendo su perfil de acuerdo con los estilos de aprendizaje de Felder y Silverman. Con el perfil definido para cada grupo, se concentraron las propuestas de actividades dirigidas a cada una de las dimensiones de los estilos de aprendizaje y en base a las mismas, se establecieron las actividades que serían adaptadas para cada uno de los grupos, concentrándose en las actividades formativas y sumativas.

Para la adaptación de las actividades del curso, se seguirán los principios establecidos por Zlatkovic et all. (2020) para el aprendizaje adaptativo utilizando el diagnóstico ILS para las dimensiones de estilos de aprendizaje de Felder -Silverman (1998).

Las heurísticas propuestas por Zlatkovic para este método de adaptación son las siguientes:

1. Solo las actividades adaptadas para cada grupo serán las que estén disponibles para su uso, no deben ser accesibles actividades adaptadas para otros grupos.
2. La adaptación debe ser adecuada para el perfil de la mayoría de los estudiantes en un grupo, pero no para todos.
3. La adaptación de los materiales y actividades se debe realizar en base a lo establecido en la literatura para ese perfil y no por características particulares de un grupo.
4. El tutor debe seguir el trabajo de los distintos grupos en paralelo, solo aplicando distintas estrategias de enseñanza de acuerdo con el perfil del grupo.
5. Los estudiantes toman su curso y aprenden en comunicación y colaboración solo con los estudiantes de su mismo grupo.

Este método de adaptación se puede realizar sin extensiones de programación adicionales para el LMS (Despotović, 2009).

Los recursos no se tomaron en cuenta para la personalización por la complejidad de la creación de materiales para cada tipo de grupo que resulto del Cluster Analysis. Se realizó la adaptación en cada una de las actividades para cada grupo y se crearon las restricciones pertinentes de manera que cada participante solo pudiera acceder a la ruta de actividades del grupo al que pertenece.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

Capítulo 4. Resultados alcanzados

4.1.1 Adaptación de la plataforma

Se instaló la versión 3.9 de Moodle, actualizándola a la versión Moodle 3.10.1 (Build: 20210118) a fin de contar con las características y actividades de Moodle más actuales al momento del curso. Se personalizó la plataforma instalando el tema Space y se diseñó una imagen propia para el curso, se instalaron las extensiones necesarias en la plataforma (ver anexo D. Extensiones adicionales utilizadas), y se realizaron las configuraciones necesarias.



Figura 4-1 Entrada al portal Web desarrollado en Moodle

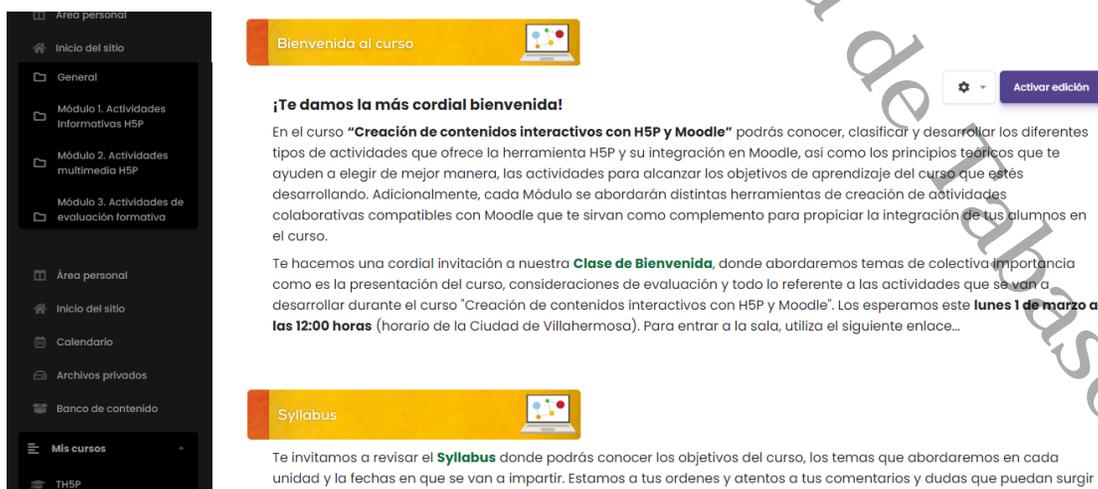


Figura 4-2 Vista inicial del curso

4.2 Recopilación de datos

Se realizó un diagnóstico inicial en línea en la plataforma Google Forms. Este diagnóstico recoge, primeramente, algunas características de los participantes, de su perfil profesional y de sus preferencias en el uso de plataformas educativas, en una segunda parte, se realiza la prueba de estilos de aprendizaje de Felder-Silverman, el cual consta de 44 preguntas con dos posibles respuestas. Se obtuvieron 50 registros. Ver el cuestionario completo en el anexo E. Cuestionario y diagnóstico ILS inicial.



Figura 4-3 Inicio del diagnóstico inicial para la recolección de datos.

Se sustituyeron los valores de las respuestas por textos y números de más fácil lectura, se cambiaron los textos de las respuestas de la prueba de Felder-Silverman, por el estilo de aprendizaje asociado a la respuesta. De esta manera se obtuvieron los perfiles de estilos de aprendizaje para todos los registros de acuerdo con la hoja de respuestas de la prueba. El resumen de los resultados se muestra en la siguiente tabla, en donde cada uno de los números representa la cantidad de usuarios que obtuvieron ese nivel de perfil.

Tabla 4-1 Resumen de los resultados de la prueba de estilos de aprendizaje de Felder - Silverman

	Alta preferencia		Preferencia moderada		Equilibrado				Preferencia moderada		Alta preferencia		
	-11	-9	-7	-5	-3	-1	1	3	5	7	9	11	
Activo	0	3	8	11	11	10	3	1	1	2	0	0	Reflexivo
Sensitivo	0	2	7	7	6	12	6	8	2	0	0	0	Intuitivo
Visual	7	6	6	9	7	6	3	5	1	0	0	0	Verbal
Secuencial	1	1	5	3	7	14	11	6	2	0	0	0	Global

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, se presenta una inclinación hacia los estilos activo, sensitivo, visual y secuencial, teniendo solo 3 preferencias moderadas para el estilo reflexivo, 2 para el intuitivo, 1 para el verbal y 2 para el global. Los resultados individuales se pueden consultar en el Anexo G. Resultados individuales del Test de Felder Silverman.

Se realizó la transformación de textos a números para las variables nominales y ordinales, obteniendo el set de datos numérico para realizar los análisis correspondientes. Las columnas finales en la tabla de datos son:

- Edad – números ordinales del 1 al 8, representando 1 el rango de edad más bajo (21 a 25) y 8 el más alto (56 a 60).
- Genero – números nominales, 0 para femenino y 1 para masculino.
- Estudios – números ordinales, entre 1 para nivel preparatoria y 5 para doctorado.
- Ocupación – números ordinales, entre 0 y 5, donde 0 se refiere a que actualmente no se encuentra involucrado en programas de educación en línea, hasta el 5, que se refiere a que actualmente administra una plataforma de educación en línea.
- Docencia – números nominales, entre 0 para no docencia y 1 para docentes activos.
- Experiencia – números ordinales, que representan los años de experiencia en la docencia.
- Directivo – números ordinales de 0 a 2, donde 0 es que no pertenece al sector laboral, 1 que no se ha desempeñado como directivo y 2 que se ha desempeñado o se desempeña como directivo.

- Moodle – números ordinales, entre 0 y 6, donde 0 representa el no conocer la plataforma, hasta 6 que representa el manejarla ampliamente.
- H5P – números ordinales entre 0 y 4, donde 0 representa el no conocer sobre la elaboración de actividades interactivas, hasta 4 que representa el conocerlas ampliamente el tema.
- Horas – números ordinales entre 1 y 4, donde 1 representa el poder dedicar entre 1 y 3 horas a la semana al curso, hasta 4 que representa el poder dedicar entre 11 y 15 horas.
- Material – números nominales entre 1 y 4, donde uno representa el gusto por los materiales en vídeo, 2 representa el gusto por textos escritos, 3 representa el gusto por presentaciones y audios y 4 representa la preferencia por videoconferencias síncronas.
- Actividad – números nominales entre 1 y 5, donde 1 representa el gusto por los talleres, el 2 por los foros, el 3 por las wikis, el 4 por las presentaciones y el 5 por los mapas mentales.
- Equipo – números nominales donde el 0 representa el gusto por el trabajo individual y 1 el gusto por el trabajo en equipo.
- Entregas – números nominales donde 0 representa el gusto por la libertad de entrega de actividades en los cursos y 1 representa el gusto por tener un calendario fijo de entregas.
- Act-Ref – números ordinales entre -11 y 11 que representan el grado de gusto por el estilo Activo o Reflexivo según el diagnóstico inicial.
- Sen-Int - números ordinales entre -11 y 11 que representan el grado de gusto por el estilo Sensitivo o Intuitivo según el diagnóstico inicial.
- Vis-Ver – números ordinales entre -11 y 11 que representan el grado de gusto por el estilo Visual o Verbal según el diagnóstico inicial.
- Sec-Glo – número ordinal entre -11 y 11 que representan el grado de gusto por el estilo Secuencial o Global según el diagnóstico inicial.

Para los análisis matemáticos y de agrupamiento, se eliminaron algunas variables que no representaban datos relevantes para el agrupamiento o que tenían muy poca variabilidad, por ejemplo, que plataforma utilizaban en su institución (al ser de una misma institución, todos utilizan la misma), o si contaban en su casa con el equipo necesario para tomar el curso (en prácticamente todos los casos fue positivo).

En la siguiente tabla se muestran las estadísticas descriptivas para cada una de las variables utilizando el software JMP.

Tabla 4-2 Estadísticas básicas de las variables del diagnóstico

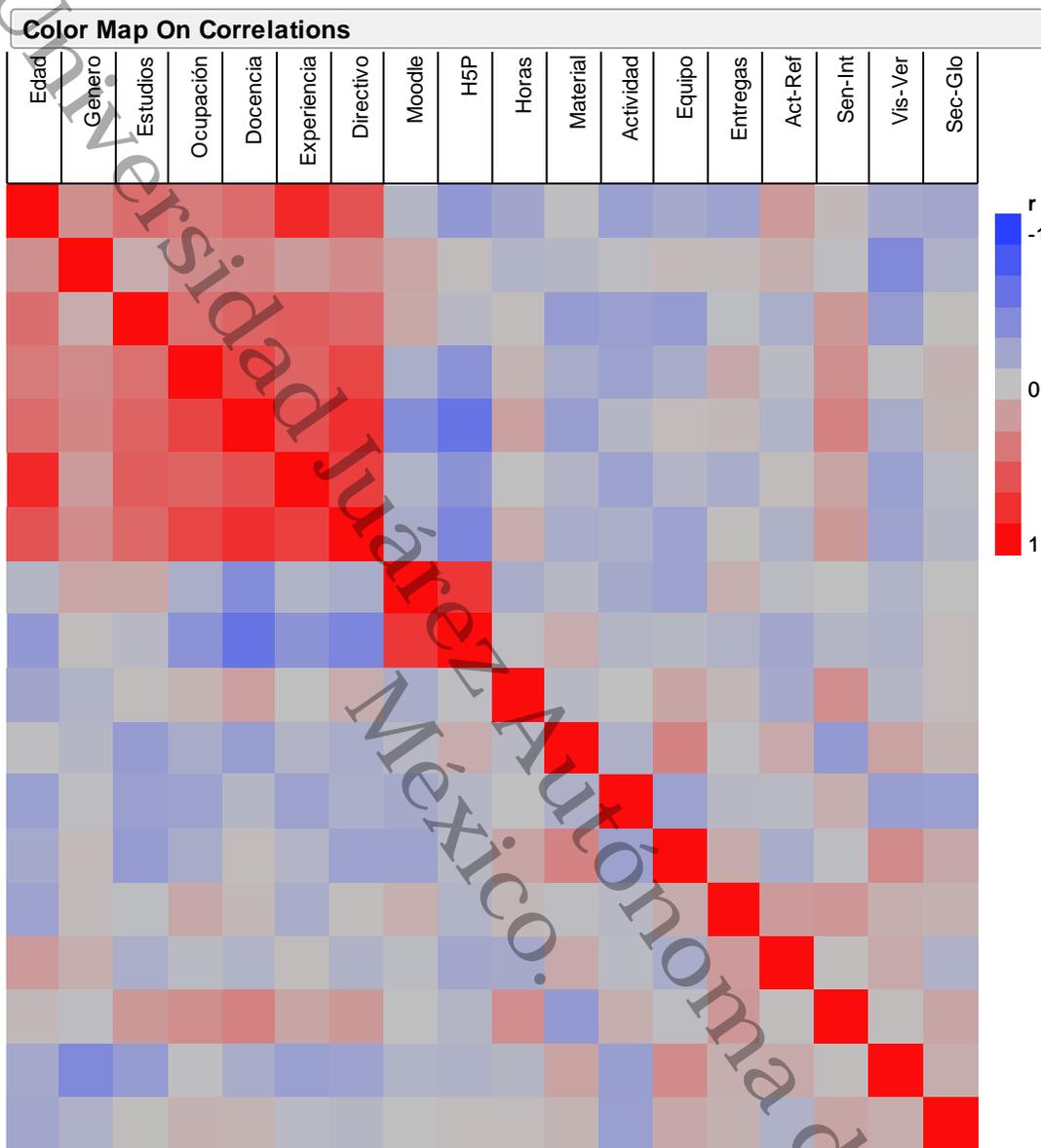
Multivariate Simple Statistics						
Column	N	Mean	Std Dev	Sum	Minimum	Maximum
Edad	50	4.1400	1.9274	207.000	1.0000	8.0000
Genero	50	0.4800	0.5047	24.0000	0.0000	1.0000
Estudios	50	3.0800	1.1400	154.000	1.0000	5.0000
Ocupación	50	2.3800	1.0859	119.000	0.0000	5.0000
Docencia	50	0.7800	0.4185	39.0000	0.0000	1.0000
Experiencia	50	11.5600	10.0431	578.000	0.0000	32.0000
Directivo	50	1.0400	0.6987	52.0000	0.0000	2.0000
Moodle	50	1.7600	1.6850	88.0000	0.0000	6.0000
H5P	50	1.0200	0.9792	51.0000	0.0000	4.0000
Horas	50	2.0000	0.8330	100.000	1.0000	4.0000
Material	50	2.1800	1.2887	109.000	1.0000	4.0000
Actividad	50	1.4800	1.1292	74.0000	1.0000	5.0000
Equipo	50	0.4800	0.5047	24.0000	0.0000	1.0000
Entregas	50	0.4000	0.4949	20.0000	0.0000	1.0000
Act-Ref	50	-3.1200	3.6903	-156.00	-9.0000	7.0000
Sen-Int	50	-1.8400	3.7924	-92.000	-9.0000	5.0000
Vis-Ver	50	-4.4400	4.5363	-222.00	-11.000	5.0000
Sec-Glo	50	-1.3200	3.5768	-66.000	-11.000	5.0000

Se ejecuto un análisis de correlación de Pearson para identificar variables altamente dependientes. Se encontró que las variables descriptivas de cada uno de los participantes como edad, experiencia, docencia y el nivel de estudios, presentaron correlaciones altas, lo que se puede interpretar como un comportamiento normal, sin embargo, fue interesante el observar que las variables relativas a los estilos de aprendizaje presentan correlaciones muy bajas en todos los casos, como se puede observar en la Tabla 4-4 Mapa de calor de las correlaciones.

Tabla 4-3 Correlación de Pearson sobre los resultados del diagnóstico inicial

	Edad	Genero	Estudios	Ocupación	Docencia	Experiencia	Directivo	Moodle	H5P	Horas	Material	Actividad	Equipo	Entregas	Act-Ref	Sen-Int	Vis-Ver	Sec-Glo
Edad	1.00	0.27	0.45	0.38	0.47	0.84	0.60	-0.07	-0.30	-0.20	-0.01	-0.25	-0.18	-0.23	0.21	0.03	-0.18	-0.19
Genero	0.27	1.00	0.11	0.29	0.32	0.20	0.29	0.14	0.02	-0.10	-0.07	-0.02	0.04	0.03	0.10	-0.02	-0.42	-0.12
Estudios	0.45	0.11	1.00	0.44	0.51	0.55	0.48	0.14	-0.06	0.02	-0.27	-0.25	-0.28	-0.02	-0.13	0.21	-0.29	0.02
Ocupación	0.38	0.29	0.44	1.00	0.68	0.51	0.68	-0.14	-0.35	0.07	-0.15	-0.24	-0.15	0.13	-0.04	0.27	-0.01	0.07
Docencia	0.47	0.32	0.51	0.68	1.00	0.62	0.80	-0.39	-0.59	0.18	-0.27	-0.07	0.03	0.04	-0.10	0.34	-0.15	0.06
Experiencia	0.84	0.20	0.55	0.51	0.62	1.00	0.71	-0.10	-0.34	0.00	-0.09	-0.23	-0.09	-0.14	0.02	0.15	-0.25	-0.05
Directivo	0.60	0.29	0.48	0.68	0.80	0.71	1.00	-0.15	-0.45	0.11	-0.14	-0.13	-0.23	0.01	-0.11	0.21	-0.23	-0.08
Moodle	-0.07	0.14	0.14	-0.14	-0.39	-0.10	-0.15	1.00	0.76	-0.15	-0.05	-0.17	-0.22	0.09	-0.03	-0.00	-0.10	0.00
H5P	-0.30	0.02	-0.06	-0.35	-0.59	-0.34	-0.45	0.76	1.00	-0.03	0.11	-0.08	-0.06	-0.10	-0.19	-0.08	-0.11	0.03
Horas	-0.20	-0.10	0.02	0.07	0.18	0.00	0.11	-0.15	-0.03	1.00	-0.06	0.00	0.15	0.05	-0.17	0.27	-0.08	0.03
Material	-0.01	-0.07	-0.27	-0.15	-0.27	-0.09	-0.14	-0.05	0.11	-0.06	1.00	-0.12	0.34	-0.02	0.12	-0.29	0.16	0.07
Actividad	-0.25	-0.02	-0.25	-0.24	-0.07	-0.23	-0.13	-0.17	-0.08	0.00	-0.12	1.00	-0.23	-0.06	-0.04	0.10	-0.26	-0.25
Equipo	-0.18	0.04	-0.28	-0.15	0.03	-0.09	-0.23	-0.22	-0.06	0.15	0.34	-0.23	1.00	0.11	-0.14	-0.02	0.29	0.13
Entregas	-0.23	0.03	-0.02	0.13	0.04	-0.14	0.01	0.09	-0.10	0.05	-0.02	-0.06	0.11	1.00	0.21	0.23	0.10	0.07
Act-Ref	0.21	0.10	-0.13	-0.04	-0.10	0.02	-0.11	-0.03	-0.19	-0.17	0.12	-0.04	-0.14	0.21	1.00	0.02	0.12	-0.11
Sen-Int	0.03	-0.02	0.21	0.27	0.34	0.15	0.21	-0.00	-0.08	0.27	-0.29	0.10	-0.02	0.23	0.02	1.00	0.02	0.15
Vis-Ver	-0.18	-0.42	-0.29	-0.01	-0.15	-0.25	-0.23	-0.10	-0.11	-0.08	0.16	-0.26	0.29	0.10	0.12	0.02	1.00	0.10
Sec-Glo	-0.19	-0.12	0.02	0.07	0.06	-0.05	-0.08	0.00	0.03	0.03	0.07	-0.25	0.13	0.07	-0.11	0.15	0.10	1.00

Tabla 4-4 Mapa de calor de las correlaciones



4.3 Agrupación por Cluster Analysis

Se procedió a realizar el análisis en el software Weka, R Studio y JMP a fin de comparar resultados y validar el número de clústeres utilizando varios métodos.

4.3.1 Definición del número de Clusters

Determinar el número óptimo de clústeres en un conjunto de datos es un tema fundamental en la partición de clústeres, como el clúster de k-medias, que requiere que el usuario especifique el número de clústeres k que se generarán.

Desafortunadamente, no hay una respuesta definitiva a esta pregunta. El número óptimo de clústeres es de alguna manera subjetivo y depende del método utilizado para medir las similitudes y los parámetros utilizados para la partición.

Los métodos para determinar el número de clústeres incluyen los siguientes tipos:

1. Métodos directos: consiste en optimizar un criterio, como las sumas de cuadrados dentro del conglomerado o la silueta media. Los métodos correspondientes se denominan **método de codo** y **silueta**, respectivamente.
2. Métodos de prueba estadística: consiste en comparar evidencia contra hipótesis nula. Un ejemplo es la **estadística de brechas**.

Para realizar estos tres análisis, se utilizó el software R Studio. A continuación, se presentan las gráficas resultantes:

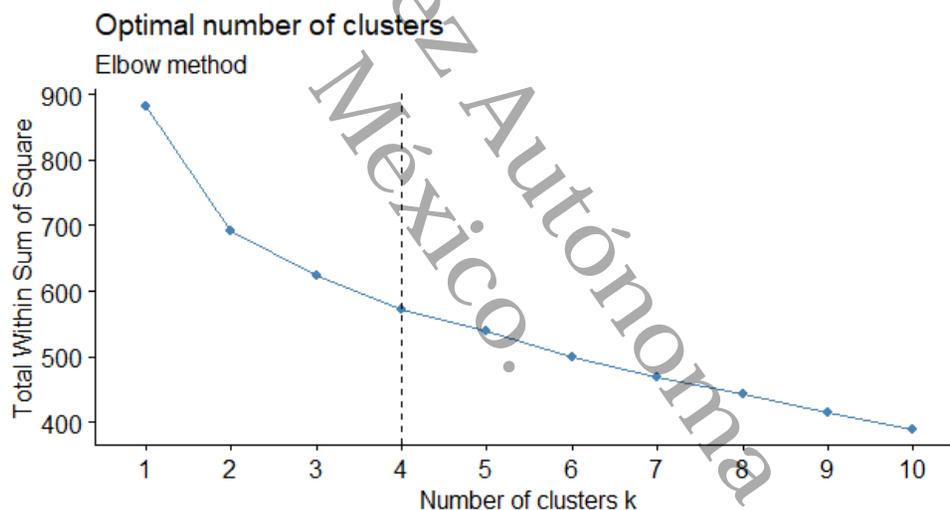


Figura 4-4 Análisis del número de clústeres por el método del codo

Lo que se busca es definir grupos de manera que se minimice la variación total intra-grupo, o la suma de cuadrados total dentro del grupo (WSS). El WSS total mide la compacidad del agrupamiento y queremos que sea lo más pequeño posible.

El método Elbow considera el WSS total como una función del número de clústeres. Como podemos observar en la Figura 4-4 Análisis del número de clústeres por el método del codo, se sugiere que el número de clústeres sea de 4, sin embargo, se observan quiebres de la curva desde el 2 y se mantiene en el 3.

El método de silueta promedio calcula la silueta promedio de observaciones para diferentes valores de k. El número óptimo de conglomerados k es el que maximiza la silueta promedio sobre un rango de valores posibles para k (Kaufman & Rousseeuw, 2009).

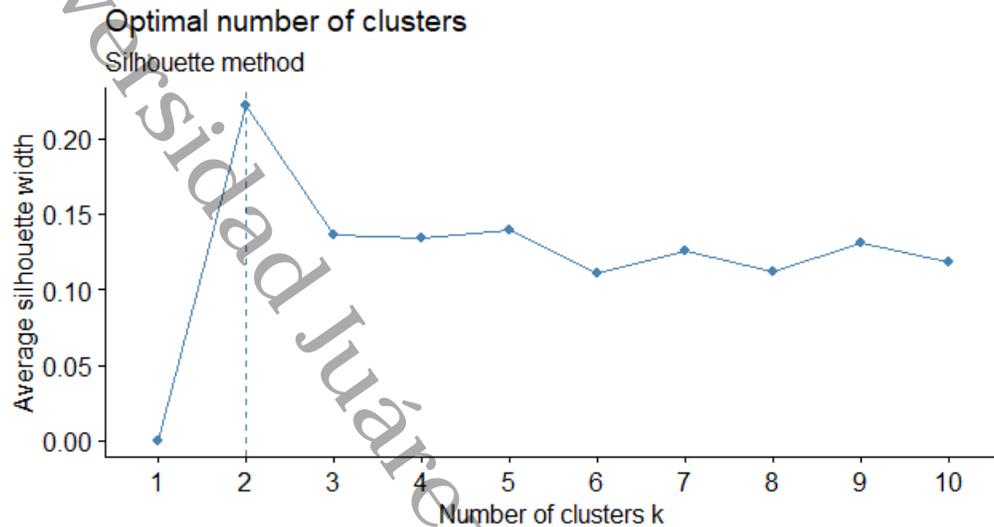


Figura 4-5 Análisis del número de clústeres por el método silueta

En el método de silueta, el algoritmo nos sugiere 2 clústeres, que es el punto más alto de la gráfica.

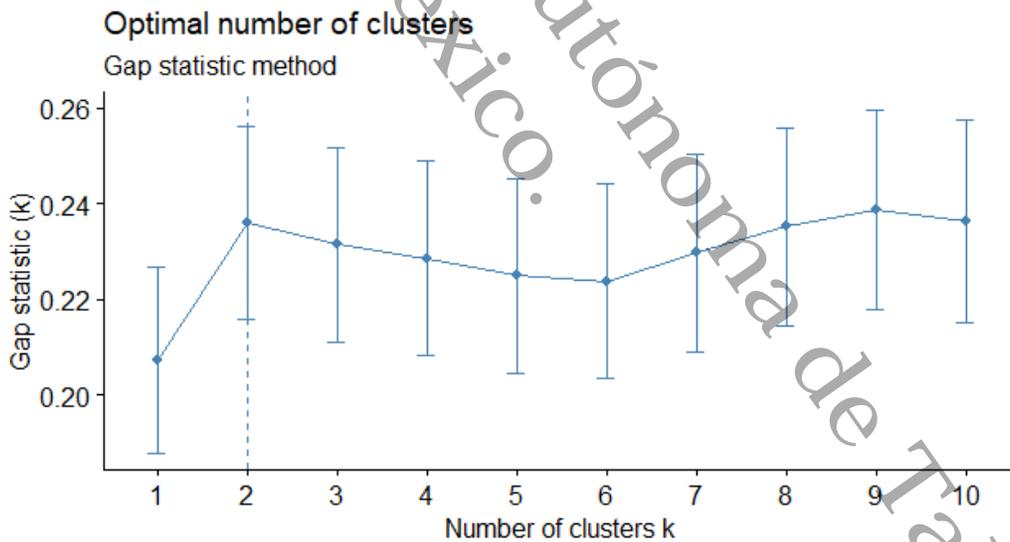


Figura 4-6 Análisis del número de clústeres por la estadística de brecha

Por último, la estadística de brecha compara el total dentro de la variación intragrupo para diferentes valores de k con sus valores esperados bajo una distribución de referencia nula de los datos. La estimación de los conglomerados óptimos será el valor que maximice la estadística de

brecha (es decir, que produzca la estadística de brecha más grande). Esto significa que la estructura de agrupamiento está lejos de la distribución uniforme aleatoria de puntos.

En este caso, el algoritmo nos sugiere utilizar 2 clústeres. Lo que nos arroja tres resultados cercanos para el estudio, por lo que se sugiere analizar el resultado de los agrupamientos para determinar el número de clústeres óptimo entre 2 y 4, de acuerdo con el objetivo buscado. Para los fines de esta investigación, y establecer comparativas entre los grupos resultantes, se estableció en 3 el número de clústeres. Se pueden consultar los códigos para generar las gráficas en el Anexo H.

4.3.2 Weka

En el software de minería de datos Weka, se utilizó el método *simpleKMeans* para los 50 registros y 18 variables, utilizando la distancia euclidiana y 3 clústeres. A continuación, se presentan los resultados:

```
Scheme: weka.clusterers.SimpleKMeans -init 0 -max-candidates 100 -periodic-pruning 10000 -min-density 2.0 -t1 -1.25 -t2 -1.0 -N 3 -A "weka.core.EuclideanDistance -R first-last" -I 500 -num-slots 1 -S 10
```

```
Relation: Base 50 cluster-weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-R1,20
Instances: 50
Attributes: 18
            Edad
            Genero
            Estudios
            Ocupación
            Docencia
            Experiencia
            Directivo
            Moodle
            H5P
            Horas
            Material
            Actividad
            Equipo
            Entregas
            Act-Ref
            Sen-Int
            Vis-Ver
            Sec-Glo

Test mode: evaluate on training data
```

```

=== Clustering model (full training set) ===
kMeans
=====

Number of iterations: 8
Within cluster sum of squared errors: 68.68155272134273

Initial starting points (random):

Cluster 0: 5,0,5,3,1,14,1,1,0,2,1,1,0,0,1,1,-7,1
Cluster 1: 7,0,4,3,1,28,1,1,0,1,1,1,1,1,-5,-1,-3,1
Cluster 2: 9,1,4,3,1,32,2,0,0,1,1,1,0,0,-1,-1,-9,3

Missing values globally replaced with mean/mode

Final cluster centroids:
Attribute      Full Data      Cluster#
              (50.0)         0           1           2
              (11.0)        (19.0)      (20.0)
=====
Edad           5.14           3.4545      5.2105      6
Genero         0.48           0.1818      0.5789      0.55
Estudios       3.08           2           2.9474      3.8
Ocupación      2.38           1           2.5263      3
Docencia       0.78           0           1           1
Experiencia    11.56          0           13.4737     16.1
Directivo      1.04           0           1.1053      1.55
Moodle         1.76           3           0.8947      1.9
H5P            1.02           2.0909      0.6316      0.8
Horas          2             1.7273      2.1579      2
Material       2.18           2.8182      2.3684      1.65
Actividad      1.48           1.6364      1.2632      1.6
Equipo         0.48           0.4545      1           0
Entregas       0.4           0.3636      0.4737      0.35
Act-Ref        -3.12          -2.4545     -3.3158     -3.3
Sen-Int        -1.84          -4.2727     -0.7895     -1.5
Vis-Ver        -4.44          -3.1818     -3.3158     -6.2
Sec-Glo        -1.32          -1.7273     -0.7895     -1.6

Time taken to build model (full training data) : 0.02 seconds

=== Model and evaluation on training set ===

Clustered Instances

0      11 ( 22%)
1      19 ( 38%)
2      20 ( 40%)

```

Figura 4-7 Resultado del Cluster Analysis en Weka

4.3.3 R Studio

En R se utilizó el método kmeans para 3 clusters con una semilla inicial (1234) utilizando los siguientes comandos:

```
#CLUSTER
dataset<-read.csv("base50.csv",header=TRUE)
str(dataset)
dataset2<- as.matrix(dataset)
set.seed(1234)
kmeans <- kmeans(dataset[,c(2:19)], 3, iter.max = 1000, nstart = 10)
print(kmeans)
```

Figura 4-8 Script en R Studio para kmeans

Obteniendo los siguientes resultados

```
K-means clustering with 3 clusters of sizes 11, 21, 18

Cluster means:
  Edad  Genero Estudios Ocupación  Docencia Experiencia Directivo Moodle
1 7.727273 0.5454545 3.727273 3.000000 1.000000 26.727273 1.6363636 1.454545
2 3.714286 0.3333333 2.238095 1.714286 0.4761905 1.809524 0.5238095 1.761905
3 5.222222 0.6111111 3.666667 2.777778 1.000000 13.666667 1.2777778 1.944444
  H5P Horas Material Actividad Equipo Entregas Act.Ref Sen.Int
1 0.5454545 1.818182 2.272727 1.000000 0.3636364 0.2727273 -2.818182 -1.363636
2 1.2380952 2.000000 2.380952 1.761905 0.5238095 0.5238095 -3.000000 -2.047619
3 1.0555556 2.111111 1.888889 1.444444 0.5000000 0.3333333 -3.444444 -1.888889
  Vis.Ver Sec.Glo
1 -5.545455 -1.909091
2 -3.095238 -1.285714
3 -5.333333 -1.000000

Clustering vector:
 [1] 2 2 2 2 2 1 2 2 2 2 2 3 1 3 2 2 1 3 3 3 3 2 2 1 2 3 2 2 3 1 3 3 3 1 3 3
[40] 1 1 3 1 2 2 1 3 1 2 3

within cluster sum of squares by cluster:
 [1] 789.6364 1770.6667 1254.7222
 (between_SS / total_SS = 56.1 %)

Available components:

 [1] "cluster" "centers" "totss" "withinss" "tot.withinss"
 [6] "betweenss" "size" "iter" "ifault"
```

Figura 4-9 Resultado en R Studio para kmeans

4.3.4 JMP

Por último, se realizó el mismo estudio en el software JMP perteneciente a SAS, en el cual se definieron que variables son ordinales (como edad, nivel de estudios, años de experiencia, perfiles de Felder-Silverman) y que variables son categóricas (genero, material preferido, trabajo en equipo, por ejemplo). Se realizó el Cluster por el método K medias, con datos estandarizados para tres agrupamientos, obteniendo los siguientes resultados:

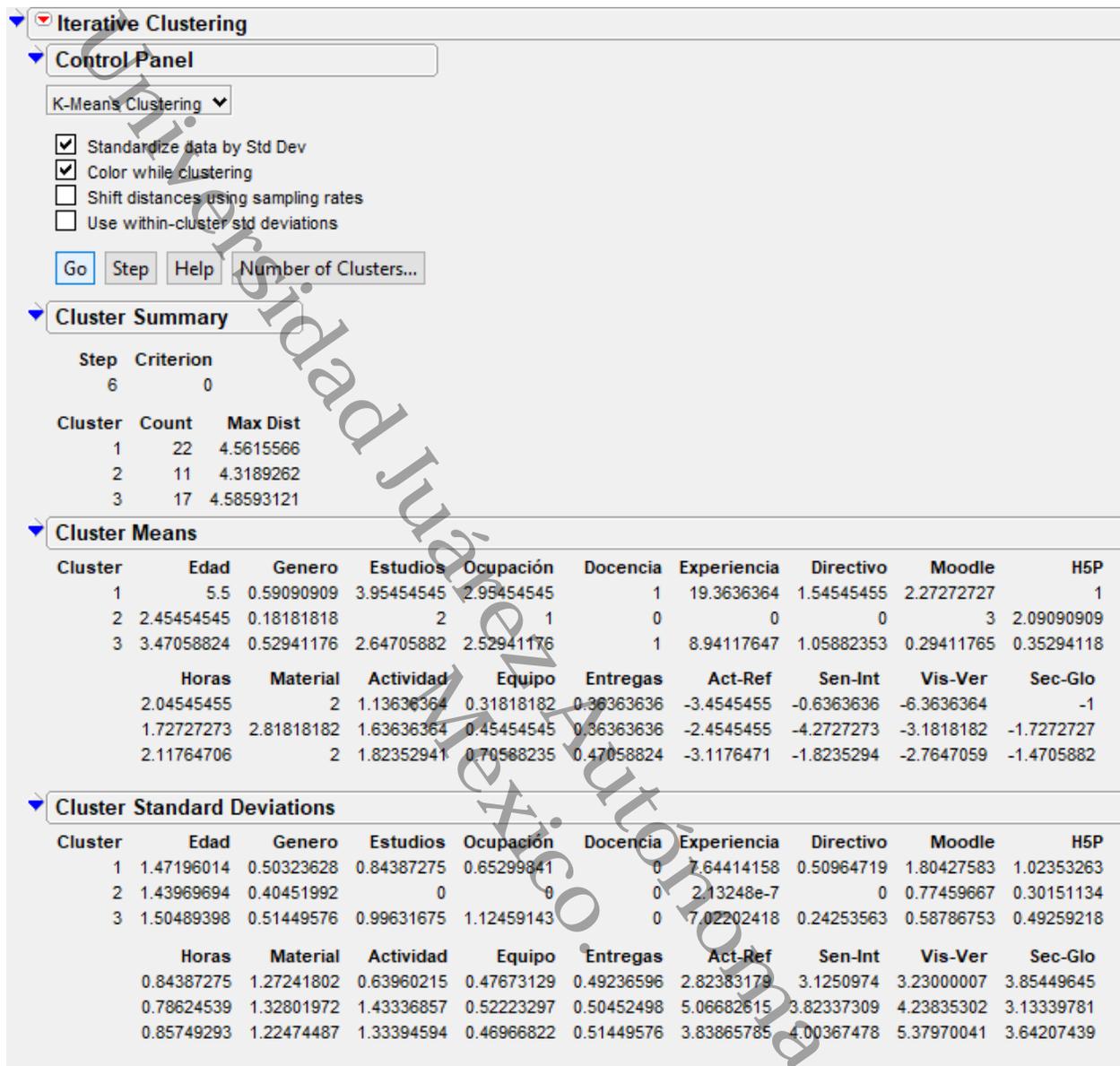


Figura 4-10 Resultados Cluster K medias en JMP

4.3.5 Interpretación de los resultados

Una vez obtenidos los resultados en cada una de las herramientas, un primer análisis comparativo, es importante recordar que el método de K medias inicia estableciendo los centroides de manera aleatoria y realiza iteraciones hasta que la distancia de los elementos a estos centroides deja de variar. Esta aleatoriedad puede explicar en cierta medida la variación en los resultados, aunado a las diferentes opciones de personalización con las que cuenta cada herramienta y que impactan en los resultados. De ahí la importancia de realizar los agrupamientos por distintos métodos y

herramientas, a fin de encontrar el que más se adapte a las necesidades de crear grupos orientados a capacitarse de acuerdo con sus estilos de aprendizaje.

En base a esta premisa, se analizaron los resultados de los agrupamientos en base a las cuatro dimensiones de tipos de aprendizaje, obteniendo las siguientes comparativas.

Tabla 4-5 Resultados del tamaño de cada agrupamiento en Weka, R y JMP

	Tamaño de los agrupamientos		
	Weka	R	JMP
Cluster 1	11	11	22
Cluster 2	19	21	11
Cluster 3	20	18	17

Tabla 4-6 Comparativa de resultados de agrupamiento en base a los estilos de aprendizaje

	Weka				R				JMP			
	Act-Ref	Sen-Int	Vis-Ver	Sec-Glo	Act-Ref	Sen-Int	Vis-Ver	Sec-Glo	Act-Ref	Sen-Int	Vis-Ver	Sec-Glo
Cluster 1	-2.45	-4.27	-3.18	-1.73	-2.82	-1.36	-5.55	-1.91	-3.45	-0.64	-6.36	-1.00
Cluster 2	-3.32	-0.79	-3.32	-0.79	-3.00	-2.05	-3.10	-1.29	-2.45	-4.27	-3.18	-1.73
Cluster 3	-3.30	-1.50	-6.20	-1.60	-3.44	-1.89	-5.33	-1.00	-3.12	-1.82	-2.76	-1.47

En el análisis conjunto de la Tabla 4-5 y la

Tabla 4-6, se encontró que, por un lado, el tamaño de los agrupamientos es muy variable, existiendo diferencias de 9, 10 y 11 participantes entre el grupo más numeroso y el que menos integrantes tiene para cada herramienta. Si bien esta no es una limitante al momento de impartir un programa de capacitación de manera adaptativa, puede llegar a representar problemas en caso de tener actividades grupales o de coevaluación. Para los fines de esta investigación, podría haber complicado el analizar los resultados finales al momento de comparar grupos con números de elementos dispares.

En cuanto a los resultados resumen para cada dimensión, pensando en valores mayores o iguales a 4, que permitieran establecer un estilo de aprendizaje para ese grupo específico, en el caso de Weka se tiene un -4.27 para estilo sensitivo en el clúster 1, y -6.20 para el estilo visual en el clúster 3, sin embargo, en el clúster 2 no se tiene un estilo predominante.

Para el análisis realizado con R, se tiene un -5.55 para estilo visual en el clúster 1, y para el clúster 3 se tiene un -5.33 para el mismo estilo visual, con la diferencia de que se tiene un -3.44 para el estilo activo, lo que podría diferenciar a estos dos grupos, pero al final los dos estarían guiados por la parte visual, lo que no es conveniente para adaptar las actividades. En todo caso se podría formar un solo grupo, pero para el clúster 2 no se cuenta con un estilo predominante, y nuevamente los valores más altos son para visual y activo.

Por último, para JMP se tiene para el clúster 1, un -6.36 para estilo visual y en el clúster 2 un -4.27 para el estilo sensitivo, sin embargo, para el clúster 3 no se tiene un estilo predominante, siendo el valor más alto un -3.12 para el estilo activo, teniendo un valor mayor (de -3.45) para este estilo en el clúster 1.

4.3.6 Agrupamiento por el método Self Organizing Map

Ante estos resultados, se decidió hacer nuevos análisis con otros métodos de agrupamiento, encontrando el método *Self Organizing Map*, el cual se basa en redes neuronales y prioriza la homogeneidad entre los elementos de cada grupo. Para este análisis se eligieron las variables nominales que tienen que ver con el comportamiento del curso, dejando fuera las variables personales, como género o edad, buscando el que las agrupaciones se vincularan más a los estilos de aprendizaje. A continuación, se presentan los resultados de los agrupamientos por este método.

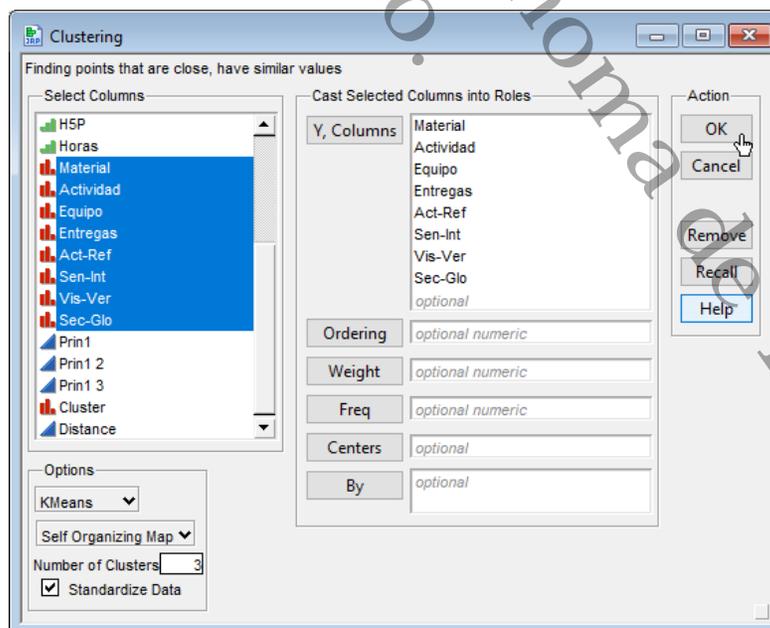


Figura 4-11 Configuración inicial para el método Self Organizing Map

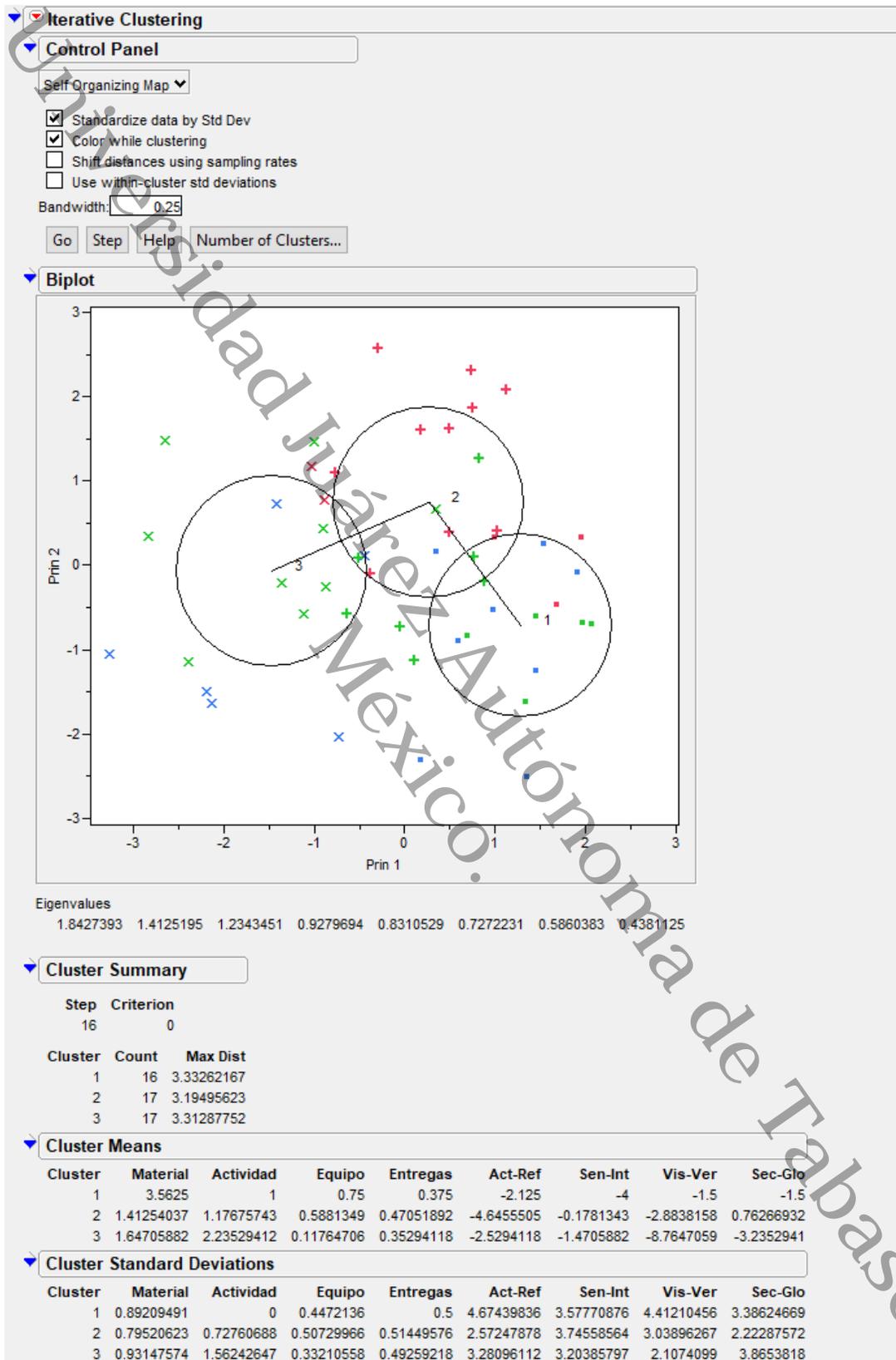


Figura 4-12 Resultado del Cluster Analysis por el método Self Organizing Map

Como se puede ver en los resultados de este análisis, el tamaño de los agrupamientos es bastante homogéneo, con 16, 17 y 17 participantes, además de que, en cada clúster se identifica un estilo predominante, para el Cluster 1 se tiene un valor de -4 para el estilo sensitivo, para el Cluster 2 se tiene -4.6456 para el estilo activo y para el Cluster 3 se tiene un -8.7647 para el estilo visual (con desviaciones estándar relativamente bajas, de 3.57, 2.57 y 2.1 respectivamente).

Tabla 4-7 Identificación de estilos de aprendizaje predominantes para cada Cluster

		JMP							
	n	Material	Actividad	Equipo	Entregas	Act-Ref	Sen-Int	Vis-Ver	Sec-Glo
Cluster 1	16	3.5625	1.0000	0.7500	0.3750	-2.1250	-4.0000	-1.5000	-1.5000
<i>Desviación estándar</i>		0.8921	0.0000	0.4472	0.5000	4.6744	3.5777	4.4121	3.3862
Cluster 2	17	1.4125	1.1768	0.5881	0.4705	-4.6456	-0.1781	-2.8838	0.7627
<i>Desviación estándar</i>		0.7952	0.7276	0.5073	0.5145	2.5725	3.7456	3.0390	2.2229
Cluster 3	17	1.6471	2.2353	0.1176	0.3529	-2.5294	-1.4706	-8.7647	-3.2353
<i>Desviación estándar</i>		0.9315	1.5624	0.3321	0.4926	3.2810	3.2039	2.1074	3.8654

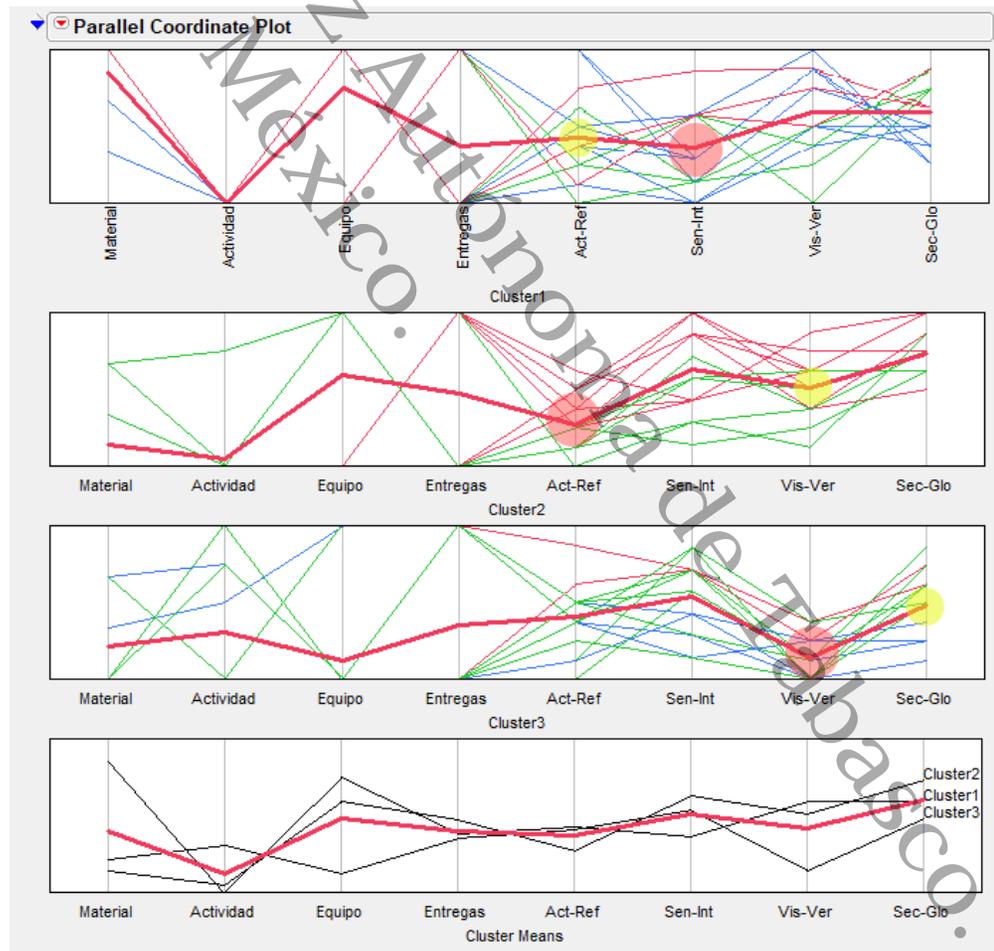


Figura 4-13 Gráfica de perfiles de cada Cluster por variable

Adicional a este estilo predominante, se pudieron identificar estilos secundarios para cada Cluster, lo cual permitió adecuar de una manera más precisa las actividades adaptativas al contar con una mejor definición de cada grupo. El Cluster 1 quedo establecido como Sensitivo – Activo, el Cluster 2 como Activo – Visual, y el Cluster 3 como Muy visual – Secuencial.

Se procedió a conformar los grupos, tomando al azar 3 participantes del Cluster 1, 4 del Cluster 2 y 4 del Cluster 3, para integrar el grupo control, quedando el Cluster 1, 2 y 3 con 13 participantes y el grupo control con 11 participantes. Se identificaron los participantes de cada Cluster y se analizaron sus características en busca de patrones que definieran más claramente a cada grupo, el resultado se puede ver en la siguiente tabla, en donde se resaltan los elementos distintivos de cada grupo. Para fines de facilidad de uso en el Curso, cada Cluster fue renombrado como Grupo A, Grupo B y Grupo C, quedando el grupo Control como Grupo D.

Tabla 4-8 Concentrado de características y patrones para cada grupo

Grupo A	Grupo B	Grupo C
Edad - varios	Edad - varios	Edad - varios
Genero - varios	Genero - varios	Genero - varios
Estudios - Licenciatura Master	Estudios - Licenciatura Master	Estudios - Licenciatura Master
Ocupación - Alumnos Docentes	Ocupación - Docentes 12	Ocupación - Docentes Alumnos
Experiencia – 9.4 promedio	Experiencia – 13,15 promedio	Experiencia – 13.92 promedio
Moodle - No conoce Básico	Moodle - Básico Intermedio	Moodle - Variado
Material -	Material -	Material -
Videoconferencias 11	Videos 11 Presentaciones 2	Videos 10 Presentaciones 3
Actividad - Talleres	Actividad - Talleres	Actividad - Talleres 8 Presenta 3
Equipo - Grupal 10	Equipo - Grupal 8	Equipo - Individual 11
Entregas - Libres 8	Entregas - Libres 8	Entregas - Libres 7
Activo 4 - Muy activo 1	Activo 8 - Muy activo 1	Equilibrado 11
Equilibrado 6 - Reflexivo 2	Equilibrado 4	Activo 1 - Reflexivo 1
Sensitivos 5 - Muy sensitivos 2	Equilibrados 9	Equilibrados 11
Equilibrados 6	Sensitivos 3 - Intuitivos 1	Sensitivos 2
Equilibrados 9 - Visual 2	Visual 5 - Muy Visual 1	Muy Visual 9
Muy visual 1 - Verbal 1	Equilibrado 7	Visual 4
Equilibrado 10	Equilibrado 12	Secuencial 2 - Muy secuencial 2
Secuencial 3	Global 1	Equilibrado 9
Sensitivos - Activos	Activos - Visuales	Muy visuales - Secuenciales

4.4 Adaptación de curso

Para decidir sobre la adaptación de las actividades, se creó un concentrado general en donde se tomaron en cuenta todas las sugerencias y consideraciones presentadas en Tabla 2-6 Actividades de Moodle para Aprendizaje Adaptativo según estilos de aprendizaje de Felder - Silverman, Tabla 2-7 Recomendaciones de material para estilos de aprendizaje. Tabla 2-8 Preferencias de los estudiantes para cada dimensión de los estilos de aprendizaje y la Tabla 2-9 Conexiones entre estilos de aprendizaje y materiales de aprendizaje disponibles en Moodle, y se realizó un cruzamiento con el concentrado de características para cada grupo, decidiendo y verificando, que tipo de actividad se adecuaba a cada grupo de acuerdo con su perfil.

Se colocaron los contenidos de acuerdo con el diseño instruccional del curso, generando las siguientes actividades y recursos, generales y adaptados a cada grupo:

Tabla 4-9 Recursos generales y adaptativos del curso

Tipo	Recursos Generales	Recursos Adaptativos
Archivos PDF	8	
Encuesta	9	
Foro	1	1 por grupo
Libro		12 por grupo
H5P	60	
Página	3	4 por grupo
Cuestionario	3	
Videoconferencia	5	
Vídeo		54 por grupo
Tarea		6 por grupo
Wiki - Glosario		4 por grupo
Etiqueta	70	
Curso	1	1 aula de práctica por grupo
Clases síncronas	5	

4.4.1 Adaptación de actividades

Como resultado del análisis de los perfiles con las sugerencias de actividades y recursos, se crearon y configuraron las siguientes actividades:

- Los recursos de consulta que contienen los materiales del curso están conformados por videos y textos. A estos no se les realizaron adaptaciones, por el tiempo y recursos humanos que se necesitan para este fin. Lo que se adaptó para este tipo de recursos, fue el crear una

actividad propia para cada grupo, a fin de poder comparar su utilización por cada uno de ellos. Para este fin, se crearon 4 actividades “Libro”, poniendo disponible una para cada grupo. Este tipo de recurso se utiliza 12 veces para cada grupo durante el curso,

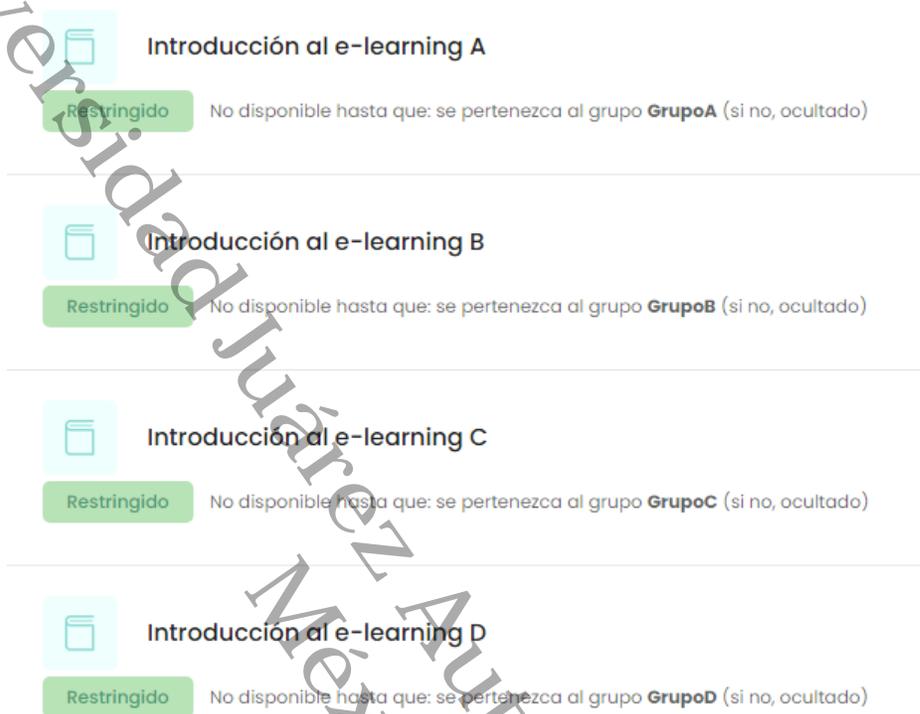


Figura 4-14 Actividad "Libro" con acceso restringido para cada grupo

Para restringir el acceso a los recursos para cada grupo, se usaron las opciones que tiene la plataforma Moodle para este fin. Se utilizó la opción de ocultar, de esta manera, solo los integrantes de cada grupo pudieron ver sus actividades asignadas y no las otras que no les corresponden.

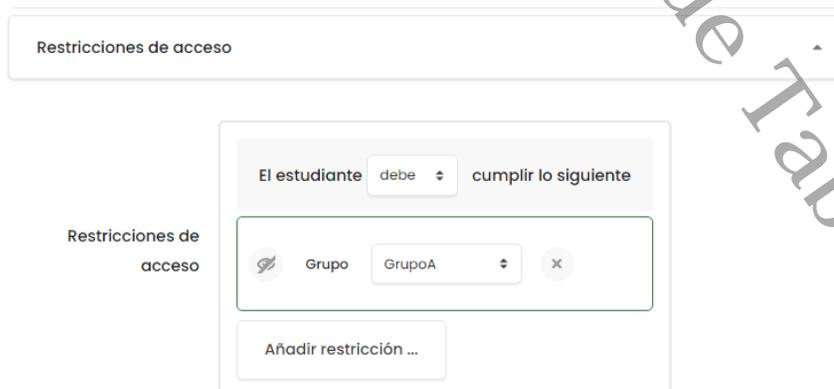


Figura 4-15 Configuración de restricción de acceso por grupo, con opción de ocultar

- Una de las actividades formativas consistió en crear una actividad y compartirla en un foro con los compañeros del grupo. Para este caso se utilizó un foro para cada grupo y configuró la restricción de acceso, para que solo entrara el grupo correspondiente.



Figura 4-16 Actividad formativa tipo "Foro" con restricciones de acceso por grupo.

- En cada uno de los módulos del curso se contó con una sección de material extra, en donde los alumnos podían ver de forma opcional, material extra al curso, por ejemplo, el uso de herramientas externas a Moodle. Para este material se utilizó el recurso "Hoja" de Moodle, creando una copia para cada uno de los grupos. Se utiliza 4 veces durante el curso para cada grupo.



Figura 4-17 Recurso "Hoja" con restricción de acceso por grupo

- En el material del curso se incluyen 54 vídeos, los cuales se encuentran embebidos en los recursos "Libro", estos videos se alojan en un servidor, en el cual se crearon 4 carpetas, una para cada grupo, de manera que se pueda supervisar el comportamiento de manera grupal.



Figura 4-18 Agrupamiento de vídeos para su análisis

- Las actividades sumativas del curso se dividen en dos partes, una tarea practica constructivista y otra de tipo analítico. En el curso se presentan 6 tareas y 4 wikis / glosarios, que suman 10 actividades sumativas para cada grupo.

Estas actividades se adaptaron para cada uno de los perfiles de los grupos, y repitiéndose en cada uno de los 4 módulos, variando el tipo de herramientas que utilizaron para cada actividad. Las adaptaciones de la actividad sumativa práctica se definieron de la siguiente manera:

Tabla 4-10 Actividades prácticas adaptadas según las tablas de recomendaciones para cada grupo

Actividad práctica original Asignada al Grupo D		
De las 10 herramientas vistas en el módulo, selecciona 3 y desarrolla un ejemplo de cada una en el aula de práctica, el tema es libre.		
Actividad adaptada Grupo A	Actividad adaptada Grupo B	Actividad adaptada Grupo C
Escribe un pequeño ensayo donde expliques un caso de uso de una situación escolar en la que puedas aplicar 3 de las 10 herramientas vistas en el Módulo. Desarrolla tus actividades en el aula de práctica .	Selecciona 3 de las 10 actividades vistas en el módulo, desarróllalas en tu aula de práctica y graba un video de máximo 3 minutos en donde expliques como es su funcionamiento.	Diseña una clase en línea y desarróllala en tu aula de práctica, debe de utilizar el recurso etiqueta e intercalar textos, imágenes y 3 de las 10 actividades vistas en el módulo a tu elección.
<i>Sensitivo – Activo</i>	<i>Activo - Visual</i>	<i>Muy visual - Secuencial</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Tabla 2.6: Ensayos, casos de uso, experimentos reales. • Tabla 2.7: Actividades prácticas, estudios de caso • Tabla 2.8: Tareas prácticas 	<ul style="list-style-type: none"> • Tabla 2.6: Resolución de problemas, gráficos • Tabla 2.7: Videos • Tabla 2.8: Compartiendo, explicando a otros, demostraciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Tabla 2.6: Gráficos, ejercicios con procedimiento • Tabla 2.7: Imágenes, demostraciones, ejercicios paso a paso • Tabla 2.8: imágenes, diagramas, identificar rutas paso a paso para encontrar soluciones.

Para las actividades sumativas analíticas, se aplicaron dos tipos de herramientas, wikis y un glosario, dependiendo el grupo. En todos los casos se trataron de actividades individuales, pero con herramientas colaborativas, por lo que todos los participantes podían observar el trabajo de sus compañeros de equipo y creaban la actividad entre todos los participantes. En la siguiente tabla se explica la implementación y la tarea adaptada para cada grupo de acuerdo con su perfil.

Tabla 4-11 Actividades analíticas adaptadas según las tablas de recomendaciones para cada grupo

Actividad analítica original

Asignada al Grupo D

De las 10 herramientas vistas en el módulo, selecciona una, analiza sus ventajas, desventajas y descríbela en la **Wiki** utilizando texto **descriptivo**.

Actividad adaptada Grupo A	Actividad adaptada Grupo B	Actividad adaptada Grupo C
<p>Glosario colaborativo: Se debe seleccionar una de las herramientas vistas en el módulo, debes analizarla y describir un caso de uso explicando para que sirve, un caso de uso, el objetivo, descripción, nivel educativo</p>	<p>Wiki colaborativa: Se debe seleccionar una de las herramientas vistas en el módulo, debes analizarla y elaborar un mapa mental de al menos tres ramas.</p>	<p>Wiki colaborativa: Se debe seleccionar una de las herramientas vistas en el módulo, debes analizarla y elaborar una infografía sobre la misma.</p>
<p><i>Sensitivo – Activo</i></p>	<p><i>Activo - Visual</i></p>	<p><i>Muy visual - Secuencial</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> • Tabla 2.6: Glosario, muchos términos. • Tabla 2.7: Ejemplos, preguntas sobre hechos, estudios de caso. • Tabla 2.8: Hechos y conceptos definidos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tabla 2.6: Conceptos, esquemas. • Tabla 2.7: Herramientas de mapas mentales • Tabla 2.8: Explicando a otros, diagramas, 	<ul style="list-style-type: none"> • Tabla 2.6: Esquemas • Tabla 2.7: Gráficos, diagramas, imágenes, coloreado, resaltado de texto. • Tabla 2.8: imágenes, diagramas, demostraciones, identificar rutas paso a paso.

Estas actividades sumativas adaptadas representan el 80% de la calificación del curso. El 20% restante se obtiene por cuestionarios comunes a todos los grupos.

- Para realizar las actividades sumativas de práctica, se crearon en la plataforma 4 aulas virtuales de práctica, una para cada equipo, donde los participantes son dados de alta como profesores con permiso de edición, de manera que pueden crear sus actividades y consultar el trabajo de sus compañeros de grupo.



4.5 Desarrollo del curso

El curso se desarrolló durante 5 semanas, del lunes 1 de marzo (semana1) al domingo 4 de abril (semana 5), con dos semanas de cierre, hasta el domingo 18 de abril (semana7). El curso se llevó a cabo con normalidad, con excepción de la semana 4 (22 al 28 de marzo), que fue periodo vacacional, por lo que se extendió el curso formal a 5 semanas.

Durante el desarrollo del curso, la bitácora del sistema registró 95,201 *hits* o interacciones, de los cuales, 14,807 fueron del tutor del curso y 2,714 fueron tareas relativas al mantenimiento del sistema que se realizan de forma automática. El total de hits de los estudiantes fue de 77,680.

Tabla 4-12 Interacciones durante el curso por grupo, tutor y sistema

Interacciones por semana														
Grupo	-4	-2	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Grupo A			15	3,123	3,772	3,965	1,263	2,538	1,601	470	26			16,773
Grupo B			108	3,191	2,574	3,780	1,369	3,896	5,467	515	76	15	3	20,994
Grupo C			12	2,463	2,804	4,127	1,896	2,468	1,143	188	139	33	159	15,432
Grupo D			24	2,354	2,953	8,369	1,953	3,488	2,330	2,910	70		30	24,481
Tutor	23	10	725	1,414	2,640	1,868	2,317	3,148	835	1,689	84	54		14,807
Sistema		2	33	145	977	560	426	566		5				2,714
Total	23	12	917	12,690	15,720	22,669	9,224	16,104	11,376	5,777	395	102	192	95,201

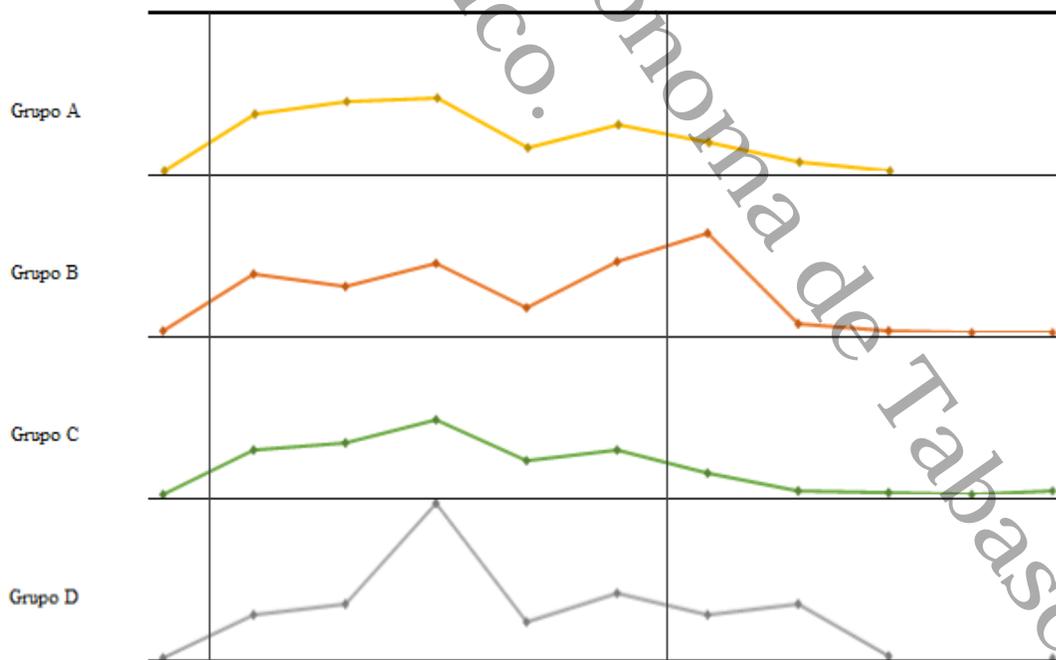


Figura 4-19 Gráfico de interacciones por grupo y semana durante el curso

Si bien se tienen tendencias distintas en cada grupo, al observar los registros a detalle, se observa que los cambios de comportamiento se presentaron más por casos individuales que por tendencias de comportamiento grupal. La excepción es el grupo C, *Muy visual - Secuencial*, que fue el que menos interacciones totales obtuvo, lo que se explica en parte, al ser el grupo en el que se presentaron más bajas con un 46.15%. El grupo en el que se presentaron menos bajas fue el A, *Sensitivo – Activo*, con un 15.38%.

Tabla 4-13 Permanencia en el curso por semana y grupo

Grupo	Inscritos	Semana								Tendencia	Aprobados	% bajas
		1	2	3	4	5	6	7	8			
Grupo A	13	12	12	12	12	12	11	11	11		11	15.38%
Grupo B	13	13	12	10	8	8	9	9	9		9	30.77%
Grupo C	13	12	10	9	7	6	7	6	6		7	46.15%
Grupo D	11	11	10	10	7	7	8	8	8		8	27.27%
General	50	48	44	41	34	33	35	34	34		35	30%

Como parte de las analíticas de aprendizaje del curso, se obtuvieron las estadísticas de uso de cada uno de los recursos, calculando el número de interacciones por semana, de cada grupo en cada actividad. Con esta información, se calculó el promedio de interacciones con el número de usuarios que se encontraban activos en cada semana, así como el promedio total de interacciones por grupo, durante todo el curso, para cada una de las actividades.

Con la finalidad de comparar esta información entre grupos, se dividieron las actividades por su función dentro del curso, de la siguiente manera:

- Actividades generales del curso, por ejemplo, el temario de actividades o el foro de preguntas y respuestas.
- Actividades de consulta de información, que para el caso de este curso son todos los recursos “Libro” y una presentación en H5P.
- Actividades practicas sumativas, en este caso las Tareas.
- Actividades de análisis sumativas, en este caso el glosario y las wikis.
- Cuestionarios sumativos.
- Actividades extras, en este caso, el contenido adicional de cada módulo que era opcional.

En las siguientes tablas, se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 4-14 Promedio de interacciones para actividades generales del curso

Actividades generales del curso	Promedio de interacciones por usuario para cada actividad por semana							Total
	1	2	3	4	5	6	7	
Grupo A, <i>Sensitivo – Activo</i>	12	12	12	12	12	11	11	Total
Archivo: Agenda de actividades y evaluaciones	3.58	0.17		0.25	0.42	0.27	0.18	4.87
Archivo: Syllabus del curso	3.92	0.25		0.08	0.17	0.27		4.69
Foro: ¿Alguna duda o comentario sobre el curso?	5.17	0.92		2.00	1.92	0.64	0.36	11.00
Encuesta: Encuesta de evaluación del curso					2.42	1.82	1.36	5.60
Course certificate: Constancia del curso					0.25		3.82	4.07
								Total: 30.23
Grupo B, <i>Activo - Visual</i>	13	12	10	8	8	9	9	Total
Archivo: Agenda de actividades y evaluaciones	2.92	0.33				0.44		3.70
Archivo: Syllabus del curso	2.69	0.25		0.13		0.44	0.11	3.62
Foro: ¿Alguna duda o comentario sobre el curso?	7.31	0.25	0.40		0.13	1.11	0.33	9.53
Encuesta: Encuesta de evaluación del curso					2.38	3.56	1.33	7.26
Course certificate: Constancia del curso							2.78	2.78
								Total: 26.89
Grupo C, <i>Muy visual - Secuencial</i>	12	10	9	7	6	7	6	Total
Archivo: Agenda de actividades y evaluaciones	2.58	0.40	0.33					3.32
Archivo: Syllabus del curso	2.67	0.80	0.22		0.17			3.86
Foro: ¿Alguna duda o comentario sobre el curso?	2.42	2.20	1.44		1.83	1.43		9.32
Encuesta: Encuesta de evaluación del curso					1.50	3.14	1.00	5.64
Course certificate: Constancia del curso							1.67	1.67
								Total: 23.80
Grupo D, <i>Grupo control</i>	11	10	10	7	7	8	8	Total
Archivo: Agenda de actividades y evaluaciones	3.36	0.20						3.56
Archivo: Syllabus del curso	3.18				0.14	0.13		3.45
Foro: ¿Alguna duda o comentario sobre el curso?	0.64	0.20			1.00		0.13	1.96
Encuesta: Encuesta de evaluación del curso					2.43	2.50	0.63	5.55
Course certificate: Constancia del curso							2.00	2.00
								Total: 16.53

De estos datos podemos destacar el seguimiento del grupo A al temario y agenda del curso durante todas las semanas, lo que coincide con el estilo sensitivo de resolver problemas con métodos definidos y establecidos (Tabla 2-8). El grupo A también fue el que más interacción tuvo con este tipo de actividades que son de soporte para el curso y no propiamente de los contenidos.

Tabla 4-15 Promedio de interacciones para actividades de consulta de información

Actividades de consulta de información	Porcentaje de interacciones por usuario para cada actividad por semana							Total
	1	2	3	4	5	6	7	
Grupo A, Sensitivo – Activo	12	12	12	12	12	11	11	Total
Libro: Introducción al e-learning A	22.00	3.67			0.92	2.45		29.04
Libro: Introducción a H5P y Actividades informativas (I) A	44.75	12.17	0.33	0.42	0.50	1.55	0.18	59.89
Libro: Actividades informativas (II) A	26.25	8.08		0.75	0.33	0.36		35.78
Libro: Selección de herramientas de aprendizaje A		23.42	0.83		0.67			24.92
Libro: Actividades multimedia (I) A		42.92	13.00		1.17			57.08
Libro: Actividades multimedia (II) A		30.75	11.08		0.17	1.09		43.09
Libro: La importancia de la evaluación formativa A			17.33	1.33	2.50			21.17
Libro: Actividades para evaluación formativa (I) A			41.67	6.58	2.92	2.64	0.36	54.17
Libro: Actividades para evaluación formativa (II) A			38.50	2.92	0.33	3.73	1.73	47.20
H5P: Estrategias de gamificación en Moodle				8.75	21.17	6.55		36.46
Libro: Actividades H5P para juegos A				10.08	30.25	14.00		54.33
Libro: Actividades H5P de integración A				5.92	22.67	15.00	0.55	44.13
								Total: 507.27
Grupo B, Activo - Visual	13	12	10	8	8	9	9	Total
Libro: Introducción al e-learning B	20.15	1.00	2.80	1.25	0.25	1.67	0.22	27.34
Libro: Introducción a H5P y Actividades informativas (I) B	50.46	6.75	2.30		1.88	2.11		63.50
Libro: Actividades informativas (II) B	28.38	4.58	2.40	1.13	2.75	1.11		40.35
Libro: Selección de herramientas de aprendizaje B		14.50	5.70	0.88	0.50	3.78	0.44	25.80
Libro: Actividades multimedia (I) B		35.42	18.00	5.75	5.25	13.22		77.64
Libro: Actividades multimedia (II) B		16.67	13.10		8.63	7.78		46.17
Libro: La importancia de la evaluación formativa B			11.80	2.50	5.88	5.89	0.22	26.29
Libro: Actividades para evaluación formativa (I) B			31.90	7.63	6.63	23.22		69.37
Libro: Actividades para evaluación formativa (II) B			24.80	6.50	11.00	19.44		61.74
H5P: Estrategias de gamificación en Moodle				6.00	19.38	14.22	1.33	40.93
Libro: Actividades H5P para juegos B				6.25	47.75	32.33	0.22	86.56
Libro: Actividades H5P de integración B				1.88	23.63	34.11	0.22	59.83
								Total: 625.52
Grupo C, Muy visual - Secuencial	12	10	9	7	6	7	6	Total
Libro: Introducción al e-learning C	16.50	4.40	2.33					23.23
Libro: Introducción a H5P y Actividades informativas (I) C	39.00	3.80	0.67		1.00			44.47
Libro: Actividades informativas (II) C	17.58	6.50	1.00		1.17			26.25
Libro: Selección de herramientas de aprendizaje C		14.80	7.67	1.29				23.75
Libro: Actividades multimedia (I) C		41.10	8.22	2.00	1.00	1.71		54.04
Libro: Actividades multimedia (II) C		28.80	3.78	0.86	1.00	0.86		35.29
Libro: La importancia de la evaluación formativa C			14.22	0.29	1.33			15.84
Libro: Actividades para evaluación formativa (I) C			44.33	4.14	1.00	0.57		50.05
Libro: Actividades para evaluación formativa (II) C			45.44	3.57	1.50	1.00		51.52
H5P: Estrategias de gamificación en Moodle				42.71	11.00	0.29		54.00
Libro: Actividades H5P para juegos C				17.00	63.83	12.00		92.83
Libro: Actividades H5P de integración C				4.00	38.67	3.71		46.38
								Total: 517.65

Actividades de consulta de información	Porcentaje de interacciones por usuario para cada actividad por semana							Total
	1	2	3	4	5	6	7	
Grupo D, Grupo control	11	10	10	7	7	8	8	
Libro: Introducción al e-learning D	19.64		1.30			2.25	0.38	23.56
Libro: Introducción a H5P y Actividades informativas (I) D	43.09	6.60	0.60	2.57	0.86			53.72
Libro: Actividades informativas (II) D	20.45	4.50	1.90	3.71	2.57			33.14
Libro: Selección de herramientas de aprendizaje D		16.40	1.70		1.86	1.50		21.46
Libro: Actividades multimedia (I) D		48.90	7.40	7.43	4.43	4.88	0.25	73.28
Libro: Actividades multimedia (II) D		26.00	2.90	2.86	3.29	3.13	1.88	40.04
Libro: La importancia de la evaluación formativa D			15.00	1.14	1.71	0.50	1.50	19.86
Libro: Actividades para evaluación formativa (I) D			34.50	12.29	5.71	0.88	8.38	61.75
Libro: Actividades para evaluación formativa (II) D			31.70	16.14	4.14		5.50	57.49
H5P: Estrategias de gamificación en Moodle				8.71	11.71	8.88	8.88	38.18
Libro: Actividades H5P para juegos D				12.00	23.43	13.00	4.13	52.55
Libro: Actividades H5P de integración D				4.57	21.71	13.13	3.50	42.91
								Total: 517.94

Estas actividades están directamente relacionadas con los contenidos del curso, es donde se explica la teoría y práctica sobre el manejo de las herramientas. Cada semana se ponía disponible un módulo, por lo que en la semana 1 se podía acceder a las primeras tres actividades, en la semana 2 se liberaban las siguientes tres (pertenecientes al módulo 2), y así consecutivamente, lo que explica porque las primeras semanas, no se tenía interacción con las últimas actividades.

Para esta tabla, el Grupo B, *Activo – Visual*, quedo notoriamente arriba de los otros tres grupos, con 625.52 interacciones contra un rango entre 507 y 517 de los otros tres grupos. Según la Tabla 2-8 Preferencias de los estudiantes para cada dimensión de los estilos de aprendizaje, los estudiantes activos son los más entusiastas y participativos en el proceso de aprendizaje.

Otro dato interesante es el que el Grupo C, *Muy visuales – Secuenciales*, presentaron promedios de interacción más altos que los otros grupos en dos de las tres actividades donde se trabajan las herramientas para crear contenidos visuales, una es “Estrategias de gamificación en Moodle” con 54 y la otra es “Actividades H5P para juegos” con 92.83. Le sigue el Grupo B, *Activo – Visual*, con 40.93 y 86.56 respectivamente, el Grupo A, *Sensitivo – Activo*, con 36.46 y 54.33, y el Grupo D de control con 38.18 y 52.55.

La tercera actividad que trata sobre temas visuales y de integración en el curso es “Actividades H5P de integración”, donde el grupo B presentó 59.83 y el grupo C 46.38, sobre el Grupo A y Grupo D, con 44.13 y 42.91 respectivamente.

Tabla 4-16 Promedio de interacciones para actividades prácticas sumativas

Actividades prácticas sumativas	Porcentaje de interacciones por usuario para cada actividad por semana							Total
	1	2	3	4	5	6	7	
Grupo A, Sensitivo – Activo	12	12	12	12	12	11	11	Total
Tarea: Creación de actividades de información H5P A	24.58	13.17	3.50	2.25	0.75			44.25
Tarea: Creación de actividades multimedia H5P A		21.83	15.58	1.83	2.00	5.91		47.16
Tarea: Creación de actividades de evaluación H5P A			22.00	4.75	4.33	4.73	5.00	40.81
Tarea: Creación de Vídeo Interactivo H5P A				6.00	22.67	11.27	3.18	43.12
Tarea: Creación de Selección de Escenarios A				5.92	17.50	10.27	1.73	35.42
Tarea: Creación de actividad gamificada H5P A				4.75	12.92	10.55	1.36	29.58
								Total: 240.33
Grupo B, Activo - Visual	13	12	10	8	8	9	9	Total
Tarea: Creación de actividades de información H5P B	18.31	14.92	7.50	2.25	2.63	2.00	0.33	47.93
Tarea: Creación de actividades multimedia H5P B		10.83	16.20		4.00	10.67	0.78	42.48
Tarea: Creación de actividades de evaluación H5P B			11.70	4.75	9.00	14.67	3.00	43.12
Tarea: Creación de Vídeo Interactivo H5P B				0.75	22.88	16.00	2.67	42.29
Tarea: Creación de Selección de Escenarios B				1.00	20.13	21.33	3.11	45.57
Tarea: Creación de actividad gamificada H5P B				4.75	15.75	23.44	2.89	46.83
								Total: 268.22
Grupo C, Muy visual - Secuencial	12	10	9	7	6	7	6	Total
Tarea: Creación de actividades de información H5P C	23.00	6.60	4.11		7.50			41.21
Tarea: Creación de actividades multimedia H5P C		37.00	5.33	1.14	4.50	4.86		52.83
Tarea: Creación de actividades de evaluación H5P C			26.67	7.29	2.00	2.29	5.17	43.40
Tarea: Creación de Vídeo Interactivo H5P C				10.86	28.50	12.29	3.50	55.14
Tarea: Creación de Selección de Escenarios C				0.86	25.50	11.71	2.00	40.07
Tarea: Creación de actividad gamificada H5P C				0.57	28.67	11.43	2.33	43.00
								Total: 275.66
Grupo D, Grupo control	11	10	10	7	7	8	8	Total
Tarea: Creación de actividades de información H5P D	17.82	12.90	3.90	0.57	7.71			42.90
Tarea: Creación de actividades multimedia H5P D		22.30	7.30		2.86	3.13	3.63	39.21
Tarea: Creación de actividades de evaluación H5P D			19.70	7.43	6.57	0.25	4.63	38.58
Tarea: Creación de Vídeo Interactivo H5P D				1.14	20.29	9.50	6.88	37.80
Tarea: Creación de Selección de Escenarios D				0.29	20.00	12.75	7.50	40.54
Tarea: Creación de actividad gamificada H5P D				1.14	18.14	7.13	3.38	29.79
								Total: 228.81

En estas actividades se realizaron adaptaciones directamente para cada grupo (ver Tabla 4-10 Actividades prácticas adaptadas según las tablas de recomendaciones para cada grupo). En los totales para cada grupo, se puede observar que, en los tres grupos con actividades adaptadas, A, B y C, los participantes interactuaron más con los contenidos que el Grupo D de Control. El Grupo A con un 5.04% más interacciones, el grupo B con un 17.22%, y el grupo C con un 20.48%.

Viendo algunas actividades de manera específica, una de las herramientas más complejas de todo el curso, es la de “Creación de Selección de Escenarios”, donde el grupo que menos interacciones

tuvo fue el Grupo A, *Sensitivo – Activo*, con un 22.28% menos que el Grupo B, 11.62% menos que el Grupo C y 12.63% menos que el Grupo D de control, coincidiendo con lo expuesto en la Tabla 2-8 sobre los estudiantes sensitivos, en donde tienen preferencia en aprender hechos y conceptos básicos, prefiriendo resolver los problemas con métodos definidos y establecidos, sobre actividades que requieren innovación y/o abstracción, como es este caso.

La actividad con más interacciones en esta tabla es “Creación de Vídeo Interactivo H5P” para el Grupo C, *Muy visual – Secuencial*, coincidiendo con las preferencias del estilo visual hacia los materiales gráficos y de vídeo. Las interacciones en esta actividad para el Grupo C son 27.88% más que las del Grupo A, 30.39% más que las del Grupo B y 45.87% más que las del grupo D.

Para el grupo B, *Activo – Visual*, se podría esperar que fuera el que más interacciones tuviera con las actividades por el estilo activo, sin embargo, queda por debajo del Grupo C con un 2.7% de interacciones menos. Sin embargo, analizando más a detalle la información, el Grupo B es el que más interacciones tiene en 3 de las 6 actividades, además de ser el grupo que más seguimiento dio a las actividades a lo largo del curso, dejando de 1 actividad en una de las semanas, contra 3 del grupo A, 4 del C y 3 del D. A nivel general (todas las actividades del curso), el Grupo B es el que más interacciones tiene con un 21.46% sobre el Grupo A, 18.74% sobre el Grupo C y 19.40% sobre el grupo D (ver tabla completa en el Anexo I).

Otra estadística de datos a analizar sobre estas actividades es el tiempo de entrega respecto a la fecha establecida. Para cada actividad de tipo sumativo, se establecieron fechas límites de entrega, que, si bien no eran obligatorias y no representaban una penalización para las entregas tardías, se encontraba establecido el compromiso de entrega en las fechas indicadas a fin de aprovechar de mejor manera el curso, las interacciones con los otros estudiantes, con el tutor, en las clases abiertas y en sus actividades propias.

La Figura 4-20 Gráfica de envíos de actividades de acuerdo con los tiempos establecidos, creada con el plugin de Gráficas Analíticas (`block_analytics_graphs`), muestra para cada una de estas actividades, el número de estudiantes que entregaron en tiempo, contra el número de estudiantes que entregaron con retraso. Por ejemplo, para la primera actividad, en el Grupo A, 7 estudiantes entregaron en tiempo y 5 entregaron tarde, para el Grupo B, 5 en tiempo y 5 tarde, para el Grupo C, 6 a tiempo y 1 tarde, y para el Grupo D, 6 a tiempo y 4 tarde.

La ratio de envío en verde, indica la proporción de envíos contra el total de estudiantes (50) y la distribución en tiempo, indica la proporción de envíos a tiempo contra el total de estudiantes.

En la gráfica se puede observar que el Grupo B, *Activo – Visual*, es que más ocasiones entrego actividades tardías por encima de las entregas en tiempo (4 de 6), coincidiendo con la Tabla 2-8 Preferencias de los estudiantes para cada dimensión de los estilos de aprendizaje, sobre los estudiantes activos y su preferencia por actividades prácticas sobre las actividades documentadas. El grupo A y el grupo C fueron los que entregaron más actividades en tiempo (5 de 6), siendo el grupo C el que presento mayor diferencia entre actividades entregadas a tiempo y entregadas de manera tardía, con un 81%.

Envíos de actividad

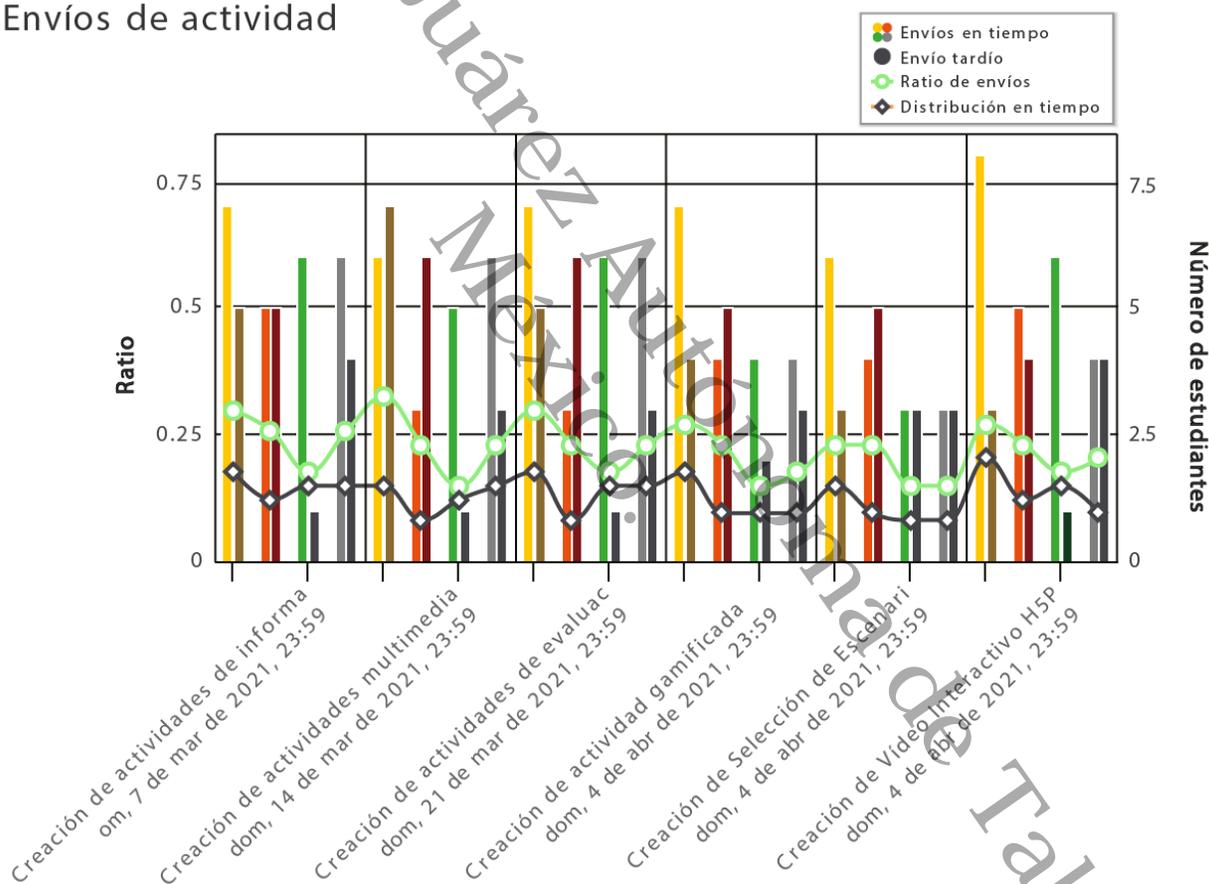


Figura 4-20 Gráfica de envíos de actividades de acuerdo con los tiempos establecidos

Tabla 4-17 Promedio de interacciones para actividades de análisis sumativas

Actividades de análisis sumativas	Porcentaje de interacciones por usuario para cada actividad por semana							Total
	1	2	3	4	5	6	7	
Grupo A, Sensitivo – Activo	12	12	12	12	12	11	11	Total
Glosario: de actividades de información H5P A	7.50	3.42	0.17	0.58	0.42	0.09	0.18	12.36
Glosario: de actividades multimedia H5P A		6.25	3.83		0.17			10.25
Glosario: de actividades de evaluación H5P A			5.83	1.67	0.58	1.09	0.73	9.90
Glosario: de actividades de gamificación H5P A				1.17	4.58	3.82	0.45	10.02
							Total:	42.53
Grupo B, Activo - Visual	13	12	10	8	8	9	9	Total
Wiki: Wiki de actividades de información H5P B	6.08	4.00	3.60		0.75	2.56		16.98
Wiki: Wiki de actividades multimedia H5P B		3.67	4.50	0.38	0.63	4.00	0.11	13.28
Wiki: Wiki de actividades de evaluación H5P B			3.80	2.38	2.25	3.67	0.22	12.31
Wiki: Wiki de actividades de gamificación H5P B				1.50	8.25	6.89	0.78	17.42
							Total:	59.99
Grupo C, Muy visual - Secuencial	12	10	9	7	6	7	6	Total
Wiki: Wiki de actividades de información H5P C	7.58	1.50	0.44	0.29	1.00			10.81
Wiki: Wiki de actividades multimedia H5P C		6.40	2.89		1.33	0.29		10.91
Wiki: Wiki de actividades de evaluación H5P C			7.44	1.71	1.00			10.16
Wiki: Wiki de actividades de gamificación H5P C					8.67	3.71	0.17	12.55
							Total:	44.43
Grupo D, Grupo control	11	10	10	7	7	8	8	Total
Wiki: Wiki de actividades de información H5P D	5.09	2.70	1.40		0.29			9.48
Wiki: Wiki de actividades multimedia H5P D		5.60	1.60		0.57		2.00	9.77
Wiki: Wiki de actividades de evaluación H5P D			5.50	1.43	0.71		0.88	8.52
Wiki: Wiki de actividades de gamificación H5P D				1.57	5.86	3.00	1.25	11.68
							Total:	39.44

Estas actividades, también fueron adaptadas directamente para los grupos A, B y C (ver Tabla 4-11 Actividades analíticas adaptadas según las tablas de recomendaciones para cada grupo). En los tres casos se presentaron mayores promedios de interacciones que en el grupo control, coincidiendo con las actividades prácticas de la tabla anterior.

Nuevamente el Grupo B, *Activo – Visual*, es el que más interacciones presenta con el material, en el entendido de que el perfil Activo es el más participativo de todos, tiene un 35% más interacciones que el grupo C, 41% más que el grupo A y 52% más que el Grupo D de control.

El cambio de actividad para el Grupo A, de Wiki a Glosario, no represento una interacción menor a lo presentado en otros tipos de actividades, aunque si más baja respecto al grupo B y el grupo C. En este caso las comparaciones pueden ser subjetivas ya que la actividad de glosario requiere en teoría, menos interacciones que una actividad tipo Wiki.

Tabla 4-18 Promedio de interacciones para cuestionarios sumativos del curso

Cuestionarios sumativos del curso	Porcentaje de interacciones por usuario para cada actividad por semana							Total
	1	2	3	4	5	6	7	
Grupo A, Sensitivo – Activo	12	12	12	12	12	11	11	Total
Cuestionario: sobre actividades de información interactiva	11.00	5.58		0.17	0.25	0.18		17.18
Cuestionario: sobre actividades multimedia H5P		12.83	7.33	0.08	0.25	0.18	0.36	21.05
Cuestionario: sobre actividades de evaluación H5P			13.17	6.50	3.58	2.82	0.91	26.98
								Total: 65.20
Grupo B, Activo - Visual	13	12	10	8	8	9	9	Total
Cuestionario: sobre actividades de información interactiva	7.85	3.42	7.10		0.25	0.78		19.39
Cuestionario: sobre actividades multimedia H5P		3.67	6.10		0.13	4.56		14.45
Cuestionario: sobre actividades de evaluación H5P			9.80	3.25	8.00	5.89	0.44	27.38
								Total: 61.22
Grupo C, Muy visual - Secuencial	12	10	9	7	6	7	6	Total
Cuestionario: sobre actividades de información interactiva	8.25	1.40	1.67					11.32
Cuestionario: sobre actividades multimedia H5P		9.00	5.00					14.00
Cuestionario: sobre actividades de evaluación H5P			16.22	4.14				20.37
								Total: 45.68
Grupo D, Grupo control	11	10	10	7	7	8	8	Total
Cuestionario: sobre actividades de información interactiva	10.82	3.20	3.00		0.29			17.30
Cuestionario: sobre actividades multimedia H5P		12.10	4.30		0.57		3.50	20.47
Cuestionario: sobre actividades de evaluación H5P			13.50	3.57	2.14	1.25	2.50	22.96
								Total: 60.74

En esta tabla se presentaron datos interesantes con el Grupo C, *Muy Visual – Secuencial*, teniendo un promedio de interacciones un 29.94% más bajo que el grupo A, 25.38% más bajo que el grupo B, y 24.79% más bajo que el grupo D. Esto coincide con lo indicado en la Tabla 2-7 Recomendaciones de material para estilos de aprendizaje. donde se especifica que los perfiles visuales prefieren los gráficos, al contrario de los verbales que prefieren el material basado en texto y en la Tabla 2-9 Conexiones entre estilos de aprendizaje y materiales de aprendizaje disponibles en Moodle, donde indica que el estilo visual no tiene conexión con las preguntas frecuentes. En

esta misma tabla, se indica que los estilos sensitivos y activos, si tienen conexión con las preguntas frecuentes, lo que coincide con el Grupo A, Sensitivo – Activo, que fue el que presentó la tasa más alta de interacciones en este tipo de actividades con 65.20.

También es interesante observar como el Grupo C presentó interacciones con estas actividades en 2 o 3 semanas como máximo, mientras que en el Grupo B y Grupo D se tuvieron entre 4 y 5, y en el Grupo A, entre 5 y 6 semanas.

Tabla 4-19 Promedio de interacciones para actividades extras del curso

Actividades extras	Porcentaje de hits por usuario para cada actividad por semana							Total
	1	2	3	4	5	6	7	
Grupo A, Sensitivo – Activo	12	12	12	12	12	11	11	Total
Foro: Actividad formativa - Arrastrar y Soltar A		20.42	9.83	1.33	3.92	1.55	3.09	40.14
Página: Genially A	2.17	1.50	0.33		0.33			4.33
Página: Padlet para pizarras interactivas A		2.08	1.58		0.42	0.36		4.45
Página: WiseMapping para Mapas Mentales A		2.42	1.42		0.17	0.36		4.36
Página: Mentimeter para presentaciones interactivas A			2.83	1.17	0.58	0.91	0.18	5.67
								Total: 58.95
Grupo B, Activo - Visual	13	12	10	8	8	9	9	Total
Foro: Actividad formativa - Arrastrar y Soltar B		19.17	17.50	9.38	8.63	29.22	2.44	86.33
Página: Genially B	1.38	1.17	0.90		1.13	0.89	0.11	5.58
Página: Padlet para pizarras interactivas B		1.25	0.70		0.25	1.67	0.11	3.98
Página: WiseMapping para Mapas Mentales B		1.42	1.00		0.25	1.89	0.11	4.67
Página: Mentimeter para presentaciones interactivas B			0.90	1.50	0.38	1.89	0.11	4.78
								Total: 105.33
Grupo C, Muy visual - Secuencial	12	10	9	7	6	7	6	Total
Foro: Actividad formativa - Arrastrar y Soltar C		24.10	5.89	10.14	2.83	1.29		44.25
Página: Genially C	1.58	1.50	0.56	0.29				3.92
Página: Padlet para pizarras interactivas C		1.20	2.11		0.33			3.64
Página: WiseMapping para Mapas Mentales C		2.00	1.56		0.33			3.89
Página: Mentimeter para presentaciones interactivas C			2.44	0.71				3.16
								Total: 58.87
Grupo D, Grupo control	11	10	10	7	7	8	8	Total
Foro: Actividad formativa - Arrastrar y Soltar D		25.20	18.70	6.29	7.71	12.50	9.88	80.28
Página: Genially D	1.18	1.90	0.80					3.88
Página: Padlet para pizarras interactivas D		1.70	1.30		0.57	0.50	0.50	4.57
Página: WiseMapping para Mapas Mentales D		2.00	0.80		0.43	0.50	0.50	4.23
Página: Mentimeter para presentaciones interactivas D			2.60		1.14		0.63	4.37
								Total: 97.32

En esta tabla se tienen dos tipos de actividades, una actividad formativa tipo foro, en el que se tenía que desarrollar un material con una de las herramientas y compartirlo, y otras actividades tipo página, en las que se mostraba material extra al curso, sobre otras herramientas que también se pueden utilizar en Moodle. En ambos casos, las actividades no representaban puntos para la calificación, ni serían evaluadas por el tutor, pero la primera se presentaba como parte del curso y las otras como opcionales.

El Grupo B, Activo – Visual, fue el que más interacciones presentó, en un comportamiento muy cercano al grupo control, mientras que el grupo A y el grupo C presentaron menos interacciones de manera significativa, con un 78.6% y 78.9% menos interacciones que el Grupo B.

La diferencia entre los grupos se debe mayormente a la actividad tipo foro ya que, entre las actividades opcionales, se presentan rango parecidos, presentando promedios entre 3.65 y 4.75 interacciones para este tipo de actividad (entre 3 y 4 veces menor que una actividad no opcional).

4.5.1 Estadísticas de videos

Los videos explicativos forman parte importante del desarrollo del curso, para una visualización optima, se recomienda alojar los videos en una plataforma de flujo de video (*streaming*) que, por un lado, evite la sobrecarga del ancho de banda del servidor de Moodle y, por otro lado, adapte la calidad del video al dispositivo y velocidad de conexión desde el cual se visualiza el vídeo, permitiendo una experiencia óptima para los estudiantes.

Los 54 videos del curso tienen una duración total de 12 horas con 22:41 minutos (742:41 minutos). Para este curso, los videos se alojaron en la plataforma de video Adilo (<https://adilo.com/>), la cual entrega estadísticas a nivel de video y a nivel de proyecto (carpeta de videos). Para poder comparar las estadísticas de cada grupo, se crearon cuatro proyectos, uno para cada grupo. Los resultados de las estadísticas se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4-20 Estadísticas de visualización de videos durante el curso

	Grupo A <i>Sensitivo – Activo</i>	Grupo B <i>Activo - Visual</i>	Grupo C <i>Muy visual - Secuencial</i>	Grupo D <i>Grupo control</i>
Impresiones	2,247	2,265	1,555	1,610
Vistas	759	906	654	645
Vídeos	54	54	54	54
Minutos	10,826	12,006	10,884	7,384
Minutos promedio	14:16	13:15	16:38	11:26
<i>Engagement</i>	90.33%	86.82%	110.00%	85.24%
Participantes promedio	11.71	9.86	8.14	8.71
Vistas por participante	64.80	91.84	80.29	74.08
Minutos por participante	924.54	1,217.65	1,337.16	847.78

En las estadísticas se muestra el número de impresiones, que es el número de veces que el video se muestra en pantalla, pero no necesariamente que se comience su reproducción. El número de vistas se refiere a la cantidad de veces que se comenzó a reproducir el vídeo. Los minutos se refiere a la cantidad de minutos totales que se visualizaron por grupo. En estos tres registros, el Grupo B, *Activo – Visual*, es el que más registros presenta, seguido del Grupo A, *Sensitivo – Activo*, con más número de impresiones y de vistas, aunque con menos minutos totales que el Grupo C, *Muy visual – Secuencial*. El Grupo D, de control, es el que menos vistas, minutos totales y minutos promedio tiene. El Grupo C es el que tiene menos impresiones, pero es el que más minutos promedio alcanza. Todas estas estadísticas, son de manera general, sin tomar en cuenta el número de estudiantes por grupo.

Una estadística importante, es la de *engagement*, que se podría explicar como el nivel de permanencia de los alumnos al ver el video, es decir, que porcentaje del video están corriendo y en qué momento se salen del mismo. Un *engagement* del 100% sería que el alumno ve el video de principio a fin, si fuera del 80%, significaría que, si el vídeo dura 10 minutos, el promedio de los alumnos que comienza a ver el video, se salen en el minuto 8. En el caso de nuestros grupos, el que tiene el menor *engagement* es el Grupo D, con 85.24%, seguido del grupo A que, si bien es el que más vistas y minutos totales tiene, visualizan el 86.82% del video en promedio. En seguida está el grupo B, con un 90.33%, y el que mayor cantidad tiene es el Grupo C, con un 110% de visualización, lo que significa que, en una misma vista, los estudiantes ven el video por completo, pero además regresan el video en ciertas partes para volver a ver algunos detalles, por lo que superan el tiempo de visualización total del vídeo. Este dato coincide totalmente con el perfil de aprendizaje *Muy visual* del Grupo C.

Para complementar esta información, se sacó el número de participantes promedio por grupo en base a los participantes activos de cada semana, y se calculó el promedio de vistas y de minutos por participante, resultando en que el grupo con más vistas promedio fue el Grupo B, *Activo – Visual*, con 91.84, y el que más minutos promedio observó, fue el Grupo C, *Muy visual – Secuencial*, con 1,337.16 minutos acumulados en promedio (muy cerca del doble de minutos totales que tienen los 54 videos del curso).

4.5.2 Estadísticas de clases síncronas

Durante el curso se impartieron 5 clases síncronas una vez por semana con duración de 1 hora 30 minutos. Estas clases eran opcionales y para quienes tenían dudas sobre los contenidos. Se utilizó la plataforma Airmeet (<https://www.airmeet.com>), la cual permite impartir seminarios vía web, con la particularidad de que se tienen unas mesas en las que los estudiantes pueden sentarse y tener una videoconferencia en lo que comienza la sesión. También cuenta con un chat público, un espacio para realizar preguntas al orador y opción para levantar la mano y hacer preguntas orales. A continuación, se presentan las estadísticas de estas sesiones.

Tabla 4-21 Estadísticas de clases síncronas

	Grupo A <i>Sensitivo – Activo</i>	Grupo B <i>Activo - Visual</i>	Grupo C <i>Muy visual - Secuencial</i>	Grupo D <i>Grupo control</i>
Acceso	12	12	8	7
Módulo 1	9	10	5	6
Módulo 2	8	7	5	5
Módulo 3	5	5	4	4
Módulo 4	6	6	2	3
Cierre de curso	5	3	4	2
Total asistencias	33	31	20	20
Usar una mesa	9	10	6	5
Levantar la mano	2	7	3	2
Realizó preguntas	1	4	1	2
Participó en el chat	11	11	6	6

El grupo que más participo en las clases presenciales fue el A, *Sensitivo – Activo*, y si bien se puede explicar desde la parte del perfil activo, también es el grupo en el que 11 de 13 respondieron que les gustan las videoconferencias como medio para transmitir el material de clase.

El grupo B, *Activo – Visual*, quedo muy cerca del grupo A, pero con una notoria participación adicional utilizando las herramientas de la plataforma, como el levantar la mano y participar en el video, o utilizar la herramienta de preguntas y las mesas de reunión, acorde a su perfil activo.

El grupo C, *Muy visual – Secuencial*, fue el más bajo junto con el grupo D de control, si bien podía esperarse que les interesara utilizar el medio visual, también coincide con una fuerte tendencia del grupo hacia el trabajo individual, según lo que respondieron en el diagnóstico (ver Tabla 4-8 Concentrado de características y patrones para cada grupo).

4.6 Resultados de la evaluación del curso

Se revisaron las actividades sumativas y se ponderaron los resultados de acuerdo con el syllabus del curso. Se obtuvieron los siguientes resultados (la calificación mínima aprobatoria fue de 80).

Tabla 4-22 Resultados de la evaluación del curso

Grupo	Aprobados	Promedio	Reprobados	Promedio	Promedio general
Grupo A	11	97.41	2	25.08	86.28
Grupo B	9	98.07	4	7.38	70.17
Grupo C	7	95.11	6	0.67	51.52
Grupo D	8	94.67	3	20.87	74.54
Total	35	96.49	15	9.75	70.47

Los resultados de las evaluaciones sumativas del curso fueron bastante uniformes para los aprobados, el promedio fue entre 94 y 98 puntos de calificación. El grupo en el que se presentaron más estudiantes reprobados fue el Grupo C, sin embargo, al ver el promedio de reprobados, se evidencia que esos 6 estudiantes, prácticamente no entregaron actividades, y que si bien la deserción se fue dando a lo largo de las semanas (ver Tabla 4-13 Permanencia en el curso por semana y grupo), prácticamente no se entregaron actividades desde el inicio del curso, como se puede ver en la siguiente Tabla 4-23.

Tabla 4-23 Detalle de calificaciones y tiempo dedicado al curso

	ID	Horas en línea	Calificación				Final
			Módulo 1	Módulo 2	Módulo 3	Módulo 4	
Grupo A, Sensitivo – Activo	1	32:00:00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	2	31:00:00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
	3	42:00:00	100.00	100.00	99.80	100.00	99.95
	4	30:00:00	100.00	99.00	99.20	100.00	99.55
	5	21:41:00	100.00	100.00	98.00	100.00	99.50
	6	26:00:00	98.00	100.00	100.00	97.00	98.75
	7	28:00:00	100.00	98.00	94.00	100.00	98.00
	8	40:00:00	94.00	98.00	96.00	100.00	97.00
	9	25:00:00	100.00	100.00	94.00	80.00	93.50
	10	30:00:00	96.00	100.00	94.80	80.00	92.70
	11	33:00:00	84.00	93.00	93.20	100.00	92.55
	12	16:37:00	64.00	64.00	32.60	40.00	50.15
	13	00:13:24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Promedio		27:20:53	87.38	88.62	84.74	84.38	86.28

	ID	Horas en línea	Calificación				Final
			Módulo 1	Módulo 2	Módulo 3	Módulo 4	
Grupo B, Activo - Visual	1	73:00:00	100.00	100.00	99.20	100.00	99.80
	2	40:00:00	100.00	100.00	98.80	100.00	99.70
	3	46:00:00	100.00	99.00	97.60	100.00	99.15
	4	28:00:00	98.00	100.00	98.00	100.00	99.00
	5	38:00:00	100.00	100.00	97.20	97.00	98.55
	6	29:00:00	98.00	97.00	98.20	100.00	98.30
	7	37:00:00	96.00	97.00	96.60	100.00	97.40
	8	46:00:00	92.00	98.00	97.60	100.00	96.90
	9	55:00:00	98.00	80.00	97.40	100.00	93.85
	10	12:30:00	98.00	0.00	0.00	0.00	24.50
	11	01:58:00	20.00	0.00	0.00	0.00	5.00
	12	03:20:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	13	02:55:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Promedio	31:44:51	76.92	67.00	67.74	69.00	70.17	
Grupo C, Muy visual - Secuencial	1	95:00:00	100.00	100.00	99.20	100.00	99.80
	2	52:00:00	100.00	100.00	99.20	100.00	99.80
	3	50:00:00	100.00	100.00	98.00	100.00	99.50
	4	20:45:00	100.00	100.00	92.00	100.00	98.00
	5	43:00:00	98.00	98.00	95.40	99.00	97.60
	6	24:00:00	90.00	79.00	80.80	100.00	87.45
	7	44:00:00	100.00	96.00	98.40	40.00	83.60
	8	06:27:00	16.00	0.00	0.00	0.00	4.00
	9	03:58:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	10	00:57:36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	00:14:24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	12	00:05:08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	13	00:00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Promedio	26:11:19	54.15	51.77	51.00	49.15	51.52	
Grupo D, Grupo control	1	29:00:00	100.00	100.00	98.00	100.00	99.50
	2	52:00:00	98.00	100.00	99.40	100.00	99.35
	3	33:00:00	100.00	98.00	98.80	100.00	99.20
	4	27:00:00	100.00	100.00	96.00	100.00	99.00
	5	22:04:00	98.00	100.00	100.00	80.00	94.50
	6	27:00:00	96.00	98.00	95.60	80.00	92.40
	7	10:14:00	78.00	100.00	93.60	80.00	87.90
	8	26:00:00	98.00	100.00	74.00	70.00	85.50
	9	24:00:00	94.00	92.00	64.40	0.00	62.60
	10	03:43:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	11	00:00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Promedio	23:05:33	78.36	80.73	74.53	64.55	74.54	

De los 15 estudiantes no aprobados, solo se presentaron dos casos en los que los estudiantes cursaron 4 y 3 módulos respectivamente y no alcanzaron una calificación aprobatoria, uno fue del Grupo A y otro del Grupo B.

En relación con el número de horas en línea, nuevamente se ven influenciados los promedios por los valores extremos de los estudiantes que casi no participaron en el curso. Tomando en cuenta a todos los participantes, el Grupo B sería el que más tiempo estuvo en plataforma con 31 horas 44 minutos. Tomado el promedio de los estudiantes aprobados, sería el Grupo C con 46 horas y 57 minutos, seguido del Grupo B con 43 horas 23 minutos.

Tabla 4-24 Promedios de tiempo en plataforma por estudiante

Grupo	Aprobados	Promedio	Reprobados	Promedio	Promedio general
Grupo A	11	30:47:22	2	08:25:12	27:20:53
Grupo B	9	43:33:20	4	05:10:45	31:44:51
Grupo C	7	46:57:51	6	01:57:01	26:11:19
Grupo D	8	28:17:15	3	09:14:20	23:05:33
Total	35	36:44:07	15	05:07:54	27:15:15

En cuanto al resultado final de las calificaciones, si bien en los estudiantes aprobados se registró un promedio más alto en los tres grupos adaptados sobre el grupo control, esta diferencia fue de solo 0.46% con el Grupo D, 2.81% con el grupo A y 3.47% con el Grupo B, no representando una diferencia significativa en términos de resultados esperados en base a las adaptaciones. Sin embargo, si se consiguieron mayores interacciones en la mayoría de las actividades para los Grupos con actividades adaptativas y de acuerdo con sus perfiles de aprendizaje y preferencias.

4.7 Evaluación por parte de los alumnos

Al finalizar el curso, se aplicó una evaluación diagnóstica a los estudiantes donde se les preguntó sobre los objetivos del curso, los contenidos, la labor del tutor, la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos y su percepción final del curso, todos estos puntos se evaluaron con respuestas en escala de Liker de 1 a 5, También se les solicitó que calificaran del 1 al 10, algunos de los elementos del curso. Finalmente, se les solicitó que escribieran algún comentario sobre el curso. La evaluación fue contestada por 36 estudiantes, con una sola participación de un estudiante que no aprobó el curso (Grupo A).

Tabla 4-25 Resultados de la evaluación diagnóstica a los estudiantes

		Grupos			
		A	B	C	D
Tema	Número de encuestados	12	9	7	8
Objetivos del programa	Son claros	5.00	5.00	4.86	4.75
	Se cumplieron los objetivos del curso	5.00	5.00	4.86	4.75
	Los contenidos son coherentes con los objetivos	5.00	5.00	4.86	4.88
	Promedio	5.00	5.00	4.86	4.79
Contenidos y materiales	Están actualizados	5.00	5.00	4.71	4.75
	Tiene buena presentación y organización	5.00	5.00	4.86	4.88
	Son visualmente atractivos y generan interés en consultarlos	5.00	5.00	4.71	4.88
	Permiten profundizar en las temáticas del curso	4.92	5.00	4.71	4.88
	Las actividades y ejercicios del curso generan aprendizaje	5.00	5.00	4.86	4.75
	Permiten el intercambio de ideas entre los participantes	4.92	4.78	4.57	4.75
	La manera de evaluar el curso es la adecuada	5.00	5.00	4.71	4.63
Promedio	4.98	4.97	4.73	4.79	
Tutor	Las explicaciones de los materiales son claras	5.00	5.00	4.86	4.88
	Atendió adecuadamente las preguntas en el foro	5.00	5.00	4.71	4.75
	Evidenció dominio del tema	5.00	5.00	5.00	5.00
	El desarrollo de los temas en las clases sincronas es de utilidad para el curso	5.00	5.00	4.71	4.50
	Me gustaría volver a trabajar con este tutor	5.00	5.00	5.00	4.88
Promedio	5.00	5.00	4.86	4.80	
Aplicación	Pienso aplicar lo aprendido en mi trabajo o proyectos	5.00	5.00	4.57	4.75
	Los conceptos, metodologías y herramientas analizadas en el curso, son aplicables a mi trabajo o proyectos	4.92	5.00	4.57	4.75
	Me siento preparado para aplicar lo aprendido en mi trabajo o proyectos de manera más profesional	4.92	5.00	4.29	4.75
	Tengo la seguridad que me irá bien cuando aplique lo aprendido en mi trabajo o proyectos	5.00	5.00	4.71	4.88
	Promedio	4.96	5.00	4.54	4.78
Logística	El procedimiento de inscripción al curso fue efectivo	5.00	5.00	4.71	4.88
	Me dieron a conocer mis datos de acceso oportunamente	5.00	5.00	4.86	5.00
	Fui notificado con oportunidad sobre las fechas y programación de las actividades del curso	5.00	5.00	5.00	4.75
	Me dieron a conocer los requisitos de aprobación	5.00	5.00	4.86	5.00
	La plataforma funcionó correctamente	4.92	4.89	4.57	4.88
	Siempre tuve claro a quién me podía dirigir en caso de algún contratiempo	4.92	5.00	4.71	5.00
	Recibí siempre el apoyo adecuado ante cualquier problemática en el curso	5.00	5.00	4.57	4.75
	Promedio	4.98	4.98	4.76	4.89

Tema	Número de encuestados	Grupos			
		A	B	C	D
Percepción	El curso de capacitación satisfizo mis expectativas y necesidades	5.00	4.89	4.71	4.75
	Recomendaría este curso a otras personas	5.00	5.00	5.00	4.88
	La relación del precio del curso contra el aprendizaje adquirido es la correcta	5.00	4.89	4.71	4.88
	Tomaría más cursos de capacitación en esta plataforma	4.92	5.00	5.00	4.63
	Promedio	4.98	4.94	4.86	4.78
Promedio General		4.98	4.98	4.76	4.81
Calificación a los elementos del curso	Módulo 1. Actividades Informativas H5P	10.00	10.00	9.71	9.88
	Módulo 2. Actividades multimedia H5P	10.00	10.00	9.71	10.00
	Módulo 3. Actividades de evaluación formativa H5P	10.00	10.00	9.29	9.88
	Módulo 4. Actividades gamificadas y de integración H5P	10.00	9.89	9.86	9.63
	Videos de contenido	10.00	10.00	9.86	9.63
	Actividades formativas (cuestionarios, juegos)	10.00	10.00	9.71	9.75
	Herramientas extras (Genially, Canva, Padlet, etc.)	10.00	10.00	9.71	9.63
	Actividades sumativas de creación de contenidos H5P	10.00	10.00	10.00	9.75
	Actividades tipo Wiki o Glosario	9.75	9.89	9.43	9.25
	Clases Abiertas (contenido)	10.00	10.00	9.43	9.63
	Clases Abiertas (plataforma Airmeeet)	9.92	9.89	9.71	9.50
Promedio		9.97	9.97	9.68	9.68

En general, la encuesta de salida resultó bastante uniforme y no se observan diferencias significativas entre los grupos ($X^2=0.24$), por lo que la evaluación diagnóstica de los alumnos, no nos proporciona información sobre las preferencias hacia las actividades adaptadas sobre el grupo control. Se vuelve importante el buscar que la evaluación de salida sea más crítica y que sea respondida por la totalidad de los estudiantes que participaron en el curso.

Para las preguntas abiertas, se utilizó la herramienta Voyant-Tools (<https://voyant-tools.org/>) para crea nubes de palabras, así como las palabras más utilizadas en el corpus formado por los comentarios de cada grupo.

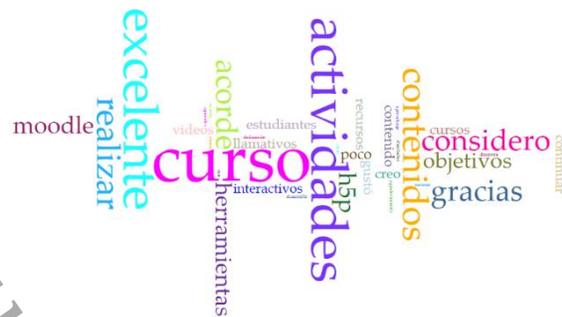
Grupo A, *Sensitivo – Activo*

En general muy buenos comentarios, les pareció excelente el curso y agradecen al profesor. Les interesa ver herramientas de gamificación y les parece que el curso debe durar más tiempo porque eran muchas actividades. Palabras más frecuentes en el corpus: excelente (12); curso (10); herramientas (7); videos (6); actividades (5).



Grupo B, *Activo – Visual*

Buenos comentarios sobre el curso, todo acorde a lo planeado, consideran que se requiere más tiempo para las actividades, interés en aprender Moodle y en realizar actividades interactivas sumativas. Palabras más frecuentes en el corpus: curso (14); actividades (10); excelente (9); contenidos (6); realizar (6).



Grupo C, *Muy visual – Secuencial*

Buenos comentarios, se vieron todas las actividades, excelente curso, falta aprender más de Moodle, los objetivos se cumplieron, ayuda a que sean más atractivas las sesiones de trabajo con los alumnos, Palabras más frecuentes en el corpus: actividades (9); curso (8); excelente (6); moodle (4); objetivos (4).



Grupo D, *de Control*

Curso muy interesante, con muchas actividades que pueden ser utilizadas en el aula, poco tiempo para desarrollarlas, les gustaría que hubiera seguimiento al curso. Palabras más frecuentes en el corpus: curso (14); actividades (8); herramientas (5); considero (4); gustaría (4).



Capítulo 5. Conclusiones y trabajos futuros

En el presente trabajo de investigación, se planteó como objetivo el desarrollar un modelo de aprendizaje adaptativo para programas de capacitación en línea, considerando los perfiles de ingreso y Learning Analytics. El desarrollo del modelo implica el experimentar con los criterios que lo definan, y estudiar las relaciones causa – efecto de la aplicación y desarrollo de estos criterios en búsqueda del objetivo.

El utilizar un modelo de investigación cuantitativo cuasi-experimental, implica el medir cuantitativamente los diferentes factores de manera que nos permitan resolver las preguntas de investigación planteadas, analizando los resultados que se van presentando, guiados por el paradigma post positivista.

La primera pregunta de investigación, ¿En base a qué criterios se debe realizar el agrupamiento inicial de los participantes a fin de que la implementación del Aprendizaje Adaptativo se logre de manera exitosa?, se concluye que los métodos Elbow, de silueta y de brecha son una guía importante al momento de definir el número de clústeres, y que esta información se complementa con los requerimientos propios del curso, como el número de estudiantes y la estructura del curso. Se concluye también, que el método de agrupamiento Self Organizing Map es el que mejores resultados produjo en base al tipo de agrupamiento buscado y que el utilizar variables nominales relativas a las preferencias de comportamiento en un curso en línea, aunado a los resultados de la prueba ILS de perfiles de aprendizaje de Felder y Silverman, permitieron realizar un agrupamiento funcional, de acuerdo con los perfiles de los estudiantes y al programa de capacitación a impartir.

Sobre la pregunta ¿Qué combinación de enfoques de Aprendizaje Adaptativo se debe implementar para la asimilación de los contenidos por parte de los diferentes grupos de participantes?, se concluye que el mismo agrupamiento te indica los perfiles de cada grupo, y que con base en ellos, lo más recomendable es reunir las propuestas de adaptación establecidas en principio por Felder y Silverman basados en los distintos perfiles, así como otros trabajos que se han implementado sobre aprendizaje adaptativo en base a los perfiles de aprendizaje, en los que se sugiere el tipo de recursos, herramientas y comportamientos que rigen a cada perfil, recordando que las actividades se adaptan al perfil de cada grupo y no a perfiles individuales.

En cuanto a la pregunta ¿Qué características se deben de evaluar a fin de poder validar la implementación del curso realizando comparativas entre los grupos adaptados y el grupo control?, se concluye que el análisis del uso que se realiza de cada herramienta y el grado de interacción que tiene cada grupo con ellas, permite validar si el objetivo de brindar contenidos de interés para los estudiantes se esté cumpliendo. Para este fin se deben definir las herramientas de Learning Analytics que nos permitan trabajar de manera ágil y con la información completa e integra, concluyendo que, para el caso de Moodle, la bitácora contiene la información detallada y suficiente para este fin. Por otra parte, se debe de validar la correcta implementación de actividades adaptadas, con el nivel de aprovechamiento que cada uno de los grupos demuestre en las evaluaciones sumativas, revisando que se está cumpliendo con los objetivos de aprendizaje y disminuyendo la deserción por falta de interés en los materiales.

Para concluir, se debe de realizar una evaluación diagnóstica de los contenidos por parte de los estudiantes, estableciendo mecanismos que permitan el que todos los participantes lo logren contestar, y verificando que las preguntas que se realicen nos permitan obtener información relevante sobre la correcta implementación de las adaptaciones de acuerdo con la percepción que tuvieron de ellas los alumnos.

Esto nos permitirá el mejorar nuestras actividades relativas al curso, e ir enriqueciendo los repositorios de sugerencias sobre los tipos de actividad para cada uno de los perfiles, de manera más específica.

En cuanto a los objetivos específicos de la investigación, se concluye lo siguiente:

- Investigación sobre el estado del arte respecto al aprendizaje adaptativo que permita establecer una metodología inicial de la investigación – Se realiza la investigación correspondiente y se presenta en el marco teórico y conceptual, estableciendo la metodología de Despotović-Zrakić (2012) como base para la investigación.
- Establecer un diagnóstico inicial para el agrupamiento de aprendices en programas de capacitación en eLearning que permitan la implementación del aprendizaje adaptativo – Se realiza la aplicación del diagnóstico inicial en el que se incluye la prueba del Índice de estilos de aprendizaje de Felder y Soloman (1991).

- Definir la estructura de las actividades adaptativas que complementen los requerimientos de los perfiles de aprendizaje del programa – Se establecen las bases teóricas sobre el tipo de actividad para cada perfil de aprendizaje, actualizándolo a las nuevas herramientas disponibles y complementándolo con publicaciones de programas de adaptación recientes.
- Establecer las métricas de Learning Analytics que permitan reconocer las actividades adaptativas que generan un mejor desempeño de los aprendices de acuerdo con su perfil – Se establecen cuatro métricas que permiten evaluar la pertinencia de las actividades adaptadas, el número de interacciones, el resultado de las evaluaciones, las entregas en tiempo y tardías, y el número de bajas temporales y definitivas a lo largo del curso.
- Definir las estrategias de evaluación para medir los resultados de aprendizaje – Este objetivo específico se aborda desde la parte del diseño instruccional del curso, definiendo los tipos de evaluación que permitieran reconocer el logro de los objetivos de aprendizaje, pero enfocando estas evaluaciones a cada uno de los grupos de acuerdo con su perfil. En esta investigación, se adaptaron los resultados esperados de cada actividad, y en uno de los casos, cambiando la actividad completa (glosario o wiki).
- Comparar los resultados obtenidos para cada uno de los grupos comparados con un grupo control – Para esta investigación se establece un grupo control conformado en partes proporcionales por estudiantes de los otros grupos, observando diferencias significativas principalmente en el número de interacciones con las actividades.
- Evaluar la eficacia del modelo en base a los resultados – En base a los resultados obtenidos en el curso, a la baja deserción presentada una vez que el curso ya se encontraba en marcha, al agrupamiento e implementación de las actividades adaptadas, y las comparativas realizadas por el número de interacciones entre los grupos adaptados y el grupo control, así como los comentarios y calificaciones otorgadas por los estudiantes en el diagnóstico final, se concluye que la implementación de modelos de aprendizaje adaptativo en programa de capacitación en la modalidad e-learning, puede ayudar a mejorar la percepción de los estudiantes hacia los materiales del curso, promoviendo su aprovechamiento y mejora continua del programa.

Como conclusiones extras, en base a las experiencias encontradas en el desarrollo de la investigación, es importante remarcar que:

- El implementar este tipo de modelos en programas académicos, no es una tarea a corto plazo, requiere de un esfuerzo inicial para realizar el diagnóstico, o en su caso, recabar la analítica de cursos anteriores en los que hubiesen participado los estudiantes, en caso de contar con ella.
- Se debe de realizar el agrupamiento para definir los perfiles y de esta manera poder desarrollar las actividades adaptadas para cada perfil. Este punto es medular, ya que el tiempo que se tenga entre la realización del diagnóstico inicial y el inicio del curso, será el tiempo que se tenga para adaptar las actividades y materiales para cada perfil (en el caso de esta investigación, fue de 15 días).
- Cada impartición de un curso, debe ser una oportunidad para ir construyendo un repositorio de material adaptado a cada perfil, de manera que, a mediano plazo, se tenga material y actividades adaptadas que permitan el montar los cursos de manera eficiente, independientemente del perfil de grupos que se generen en el análisis inicial.
- Al finalizar el curso, adquiere una importancia mayor, el validar de manera cuantitativa (Learning Analytics) y cualitativa (diagnóstico de salida), la pertinencia de las actividades y recursos para cada perfil.

El desarrollo de esta investigación deja mucho camino por recorrer. Para proyectos futuros se sugieren los siguientes:

- Establecer un diagnóstico inicial estandarizado que aplique para programas de capacitación de cualquier área. Se sugiere realizar un análisis multivariado para reducir el número de preguntas, dejando las más significativas y que representen al diagnóstico completo con un grado de confianza significativo.
- En base a ese diagnóstico estandarizado, establecer una metodología bien documentada que permita realizar agrupamientos de manera más certera y estandarizada.
- Establecer una metodología basada en las recomendaciones bibliográficas de cada perfil, para la construcción de repositorios de actividades y recursos adaptados a nivel empresarial y/o institucional (como se hace con los repositorios de los bancos de preguntas en Moodle).

- Desarrollar un plugin en Moodle para el seguimiento en tiempo real e histórico de las interacciones de cada grupo con sus actividades (existen algunos intentos, pero no desde el punto de vista grupal y con actividades adaptadas).
- Establecer un sistema de indicadores que permita establecer el nivel de éxito de las actividades adaptadas sin la necesidad de un grupo control.

Para concluir, el adoptar este tipo de implementación de aprendizaje adaptativo, en donde el tutor juega un papel fundamental, y en donde las actividades se adaptan a un perfil de grupo y no a perfiles individuales, permite establecer paradigmas de trabajo colaborativo adaptado, buscando establecer actividades y recursos que permitan la integración entre los estudiantes de un grupo en donde se tienen perfiles de aprendizaje parecidos, buscando la interacción y el acercamiento entre los participantes, en una modalidad tan orientada a lo individual como lo es el eLearning.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

Referencias

- Aretio, L. G. (2017). Educación a distancia y virtual: calidad, disrupción, aprendizajes adaptativo y móvil. RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 20(2), 9-25.
- Bogarín Vega, A., Romero Morales, C., y Cerezo Menéndez, R. (2015). Aplicando minería de datos para descubrir rutas de aprendizaje frecuentes en Moodle. EDMETIC, 5(1), 73. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v5i1.4017>.
- Despotović-Zrakić, M., Marković, A., Bogdanović, Z., Barać, D., & Krčo, S. (2012). Providing Adaptivity in Moodle LMS Courses. Educational Technology & Society, 15 (1), 326–338.
- Dietz-Uhler, B., & Hurn, J. E. (2013). Using learning analytics to predict (and improve) student success: A faculty perspective. Journal of interactive online learning, 12(1), 17-26.
- Domínguez Rodríguez, R., Nelson Santana, J. C., y Rubio Royo, E. (2015). Gestión visual de un proceso de aprendizaje en el modelo Suricata, 6.
- Felder, R.M. and Brent, R. (2005). Understanding student differences. Journal of engineering education, 94(1), 57-72.
- Felder, R.M. and Silverman, L.K. (1988). Learning and Teaching Styles in Engineering Education, Engr. Education, 78(7), 674-681.
- Felder, R.M. and Soloman, B.A. (2016). Learning Styles and Strategies.
- Felder, R.M., and Soloman, B.A. (n.d.). Index of Learning Styles. Retrieved from <<https://www.webtools.ncsu.edu/learningstyles/>>
- Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce, M. L., & García-Peñalvo, F. J. (2019). Tendencias de innovación educativa con Moodle: llevando el cambio metodológico al aula.
- García Aretio, L. (2017). Educación a distancia y virtual: calidad, disrupción, aprendizajes adaptativo y móvil. RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 20(2), 9. <https://doi.org/10.5944/ried.20.2.18737>

- García-Peñalvo, F. J., y Seoane-Pardo, A. M. (2015). Una revisión actualizada del concepto de eLearning. *Décimo Aniversario. Education in the Knowledge Society (EKS)*, 16(1), 119-144, doi: <http://dx.doi.org/10.14201/eks2015161119144>
- González Fernández, M. O., Becerra Vázquez, J. J., & Olmos Cornejo, J. E. (2018). Promoción de la autogestión a través de objetos de aprendizaje adaptativos en alumnos de educación superior. *Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (63), 15. <https://doi.org/10.21556/edutec.2018.63.1037>.
- González, B. (2012). El modelo VARK y el diseño de cursos en línea. *Revista Mexicana de bachillerato a distancia*, 4(8).
- Gonzalez, M. P., Benchoff, D. E., Huapaya, C. R., & Remón, C. A. (2017). Aprendizaje adaptativo: un caso de evaluación personalizada. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, (19), 65-72.
- Kaufman, L., & Rousseeuw, P. J. (2009). *Finding groups in data: an introduction to cluster analysis*. John Wiley & Sons.
- Kolekar, S. V., Pai, R. M., & MM, M. P. (2018). Adaptive user interface for moodle based E-learning system using learning styles. *Procedia Computer Science*, 135, 606-615.
- Lerís López, M. D., Vea Muniesa, F., y Velamazán Gómez, A. (2015). Aprendizaje adaptativo en Moodle: tres casos prácticos. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 16(4), 138. <https://doi.org/10.14201/eks201516138157>
- Lerís, Dolores, & Sein-Echaluce, María Luisa, & Hernández, Miguel, & Fidalgo-Blanco, Ángel (2016). Participantes heterogéneos en MOOC y sus necesidades de aprendizaje adaptativo. *Education in the Knowledge Society*, 17(4). Fecha de Consulta 23 de octubre de 2019. ISSN: Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=5355/535554764006>.
- Liyanage, M. P. P., Gunawardena, K. L., & Hirakawa, M. (2013, December). A framework for adaptive learning management systems using learning styles. In *2013 International Conference on Advances in ICT for Emerging Regions (ICTer)* (pp. 261-265). IEEE.
- Moodle.org (2020). Acerca de Moodle. Moodle.org. Recuperado de https://docs.moodle.org/all/es/Acerca_de_Moodle

- Morillo Lozano, M. D. C. (2016). Aprendizaje adaptativo.
- Muñoz-Gea, J. P., de la Cruz, F. J. P., Sáez, S. B., Pérez, M. M. S., y Hernández, C. A. (2016). Interacción de los estudiantes con las actividades de Moodle: un estudio basado en Web Mining. *Revista Internacional de Tecnología, Ciencia y Sociedad*, 5(1), 19-28.
- Núñez-Urbina, A. (2020). La educación en línea y el rol de la motivación. *Revista Transdigital*, 1(1).
- Martín Pérez, M. (2018). Aplicación de k-means y som (self-organizing maps) al análisis micro de accidentes de tráfico.
- Ramos, C. A. (2015). Los paradigmas de la investigación científica. *Avances en psicología*, 23(1), 9-17.
- Rodríguez Cepeda, Rodrigo. (2018). Los modelos de aprendizaje de Kolb, Honey y Mumford: implicaciones para la educación en ciencias. *Sophia*, 14(1), 51-64.
<https://doi.org/10.18634/sophiaj.14v.1i.698>
- Ruipérez-Valiente, J. A., Muñoz-Merino, P. J., & Delgado Kloos, C. (2015). Diseño e Implementación de un Módulo de Analítica de Aprendizaje, y su Aplicación para la Evaluación de Experiencias Educativas. *TICs para el Aprendizaje de la Ingeniería (TICAI)*, 2015(2015), 77-84.
- Siemens, G., & Long, P. (2011). Penetrating the fog: Analytics in learning and education. *EDUCAUSE review*, 46(5), 30.
- Zlatkovic, D., Denic, N., Petrovic, M., Ilic, M., Khorami, M., Safa, A., ... & Vujičić, S. (2020). Analysis of adaptive e-learning systems with adjustment of Felder-Silverman model in a Moodle DLS. *Computer Applications in Engineering Education*, 28(4), 803-813.

Anexos

*Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.*

A. Análisis de tiempos

Se presentan los cronogramas de actividades originales para el Anteproyecto (Id 1 al 7) y Trabajo terminal (Id 8 al 18).

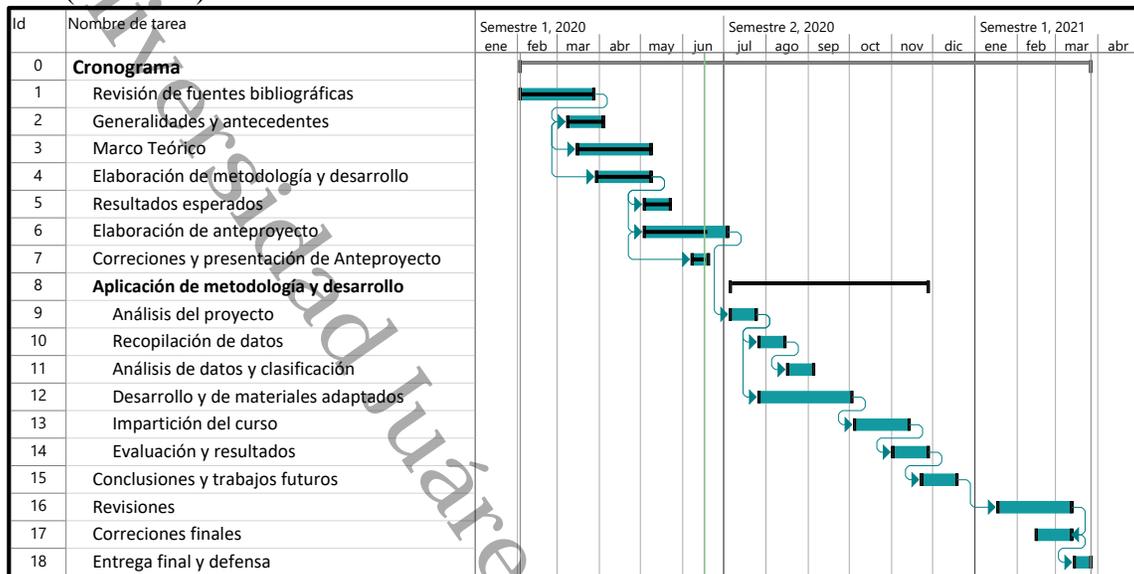


Figura 0-1 Cronograma de actividades

La duración estimada, así como las fechas de inicio y término son las siguientes.

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
0		Cronograma	300 días	lun 03/02/20	vie 26/03/21	
1	✓	Revisión de fuentes bibliográficas	8 sem.	lun 03/02/20	vie 27/03/20	
2	✓	Generalidades y antecedentes	4 sem.	lun 09/03/20	vie 03/04/20	1FC-3 sem.
3	✓	Marco Teórico	8 sem.	lun 16/03/20	vie 08/05/20	2CC+1 sem.
4	✓	Elaboración de metodología y desarrollo	6 sem.	lun 30/03/20	vie 08/05/20	2CC+3 sem.
5	✓	Resultados esperados	3 sem.	lun 04/05/20	vie 22/05/20	4FC-1 sem.
6		Elaboración de anteproyecto	9 sem.	lun 04/05/20	vie 03/07/20	4FC-1 sem.
7		Correcciones y presentación de Anteproyecto	2 sem.	lun 08/06/20	vie 19/06/20	6CC+6 sem.
8		Aplicación de metodología y desarrollo	105 días	lun 06/07/20	vie 27/11/20	
9		Análisis del proyecto	3 sem.	lun 06/07/20	vie 24/07/20	6
10		Recopilación de datos	3 sem.	lun 27/07/20	vie 14/08/20	9
11		Análisis de datos y clasificación	3 sem.	lun 17/08/20	vie 04/09/20	10
12		Desarrollo y de materiales adaptados	10 sem.	lun 27/07/20	vie 02/10/20	9
13		Impartición del curso	6 sem.	lun 05/10/20	vie 13/11/20	12
14		Evaluación y resultados	4 sem.	lun 02/11/20	vie 27/11/20	13FC-2 sem.
15		Conclusiones y trabajos futuros	4 sem.	lun 23/11/20	vie 18/12/20	14FC-1 sem.
16		Revisiones	8 sem.	lun 18/01/21	vie 12/03/21	15FC+4 sem.
17		Correcciones finales	4 sem.	lun 15/02/21	vie 12/03/21	16FF
18		Entrega final y defensa	2 sem.	lun 15/03/21	vie 26/03/21	17

Figura 0-2 Duración y fechas de inicio y término de actividades

B. Análisis de costos

Se presenta una estimación de los costos del proyecto. Las licencias de Windows, Office y Software de diseño gráfico, así como las computadoras para el personal requerido, se consideraron como propiedad de los mismos usuarios, por lo que no se contabilizaron.

	Cantidad	Costo unitario	Total
Requerimientos Técnicos			
Laptop Dell Latitude i5	1	\$ 14,500.00	\$ 14,500.00
Internet (por mes)	14	\$ 450.00	\$ 6,300.00
Luz (por mes)	14	\$ 250.00	\$ 3,500.00
Material de oficina	1	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00
Teléfono (por mes)	14	\$ 300.00	\$ 4,200.00
Subtotal			<u>\$ 29,700.00</u>
Software			
Servidor (100 pax)	1	\$ 5,500.00	\$ 5,500.00
Servidor de video	1	\$ 4,000.00	\$ 4,000.00
JMP Statistical Software	1	\$ 34,500.00	\$ 34,500.00
Tema Space para Moodle	1	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00
Subtotal			<u>\$ 46,000.00</u>
Desarrollo			
Desarrollador (por mes)	14	\$ 12,000.00	\$ 168,000.00
Profesor/Tutor (por mes)	4	\$ 12,000.00	\$ 48,000.00
Diseñador gráfico	4	\$ 12,000.00	\$ 48,000.00
Diseñador instruccional	4	\$ 12,000.00	\$ 48,000.00
Coordinador	4	\$ 16,000.00	\$ 64,000.00
			<u>\$ 376,000.00</u>
Total			<u><u>\$ 451,700.00</u></u>

C. Autorización de uso Test de Felder Silverman

Application for the scoring key for the ILS questionnaire ▶ Recibidos x



Alfredo Gonzalez Estrada <gonzalezestrada@gmail.com>
para rmfelder



Good morning Doctor, I send you the following request to be able to apply the ILS questionnaire to 50 students as part of my research on Adaptive Learning in eLearning programs. This research is part of my studies for the Master's Degree in Technologies for Learning and Knowledge at the Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, in Mexico.

I thank you very much for your attention and I remain at your service.

Alfredo Gonzalez Estrada



rmfelder@mindspring.com
para mí



Dear Sr. Gonzalez,

Thank you for your interest in the Index of Learning Styles. I am attaching the forms you will need to administer it, including the response form that contains the scoring key. Please remember to keep the latter confidential: rather than returning it to the questionnaire respondents, use the attached report form to let them know their learning style preferences.

If you go to

<https://educationdesignsinc.com/index-of-learning-styles>

you will find a number of possibly useful resources, including a list of frequently-asked questions about the ILS and responses to them. You will also find a request for a voluntary contribution to support the maintenance of the instrument and to help keep it free of charge to all academic users. If the ILS proves useful to you, I would be most grateful for your support.

Sincerely,

Richard Felder
Vice President, Education Designs, Inc.
Hochst Celanese Prof. Emeritus of Chemical Engineering, N.C. State University.
<https://www.engr.ncsu.edu/stem-resources/legacy-site>
Coauthor of *Teaching and Learning STEM: A Practical Guide*,
<https://educationdesignsinc.com/book/>



◀ Responder

▶ Reenviar

D. Extensiones adicionales utilizadas en Moodle

Se instalaron y utilizaron las siguientes extensiones para ayudar en las analíticas del curso:

- Informes configurables (block_configurable_reports)
https://moodle.org/plugins/block_configurable_reports
- Learning Analytics Log (logstore_lanalytics)
https://moodle.org/plugins/logstore_lanalytics
- Learning Analytics (local_learning_analytics)
https://moodle.org/plugins/local_learning_analytics
- Estado de Finalización (block_completion_progress)
https://moodle.org/plugins/block_completion_progress
- Gráficas analíticas (block_analytics_graphs)
https://moodle.org/plugins/block_analytics_graphs

E. Cuestionario y diagnóstico ILS inicial completo

¡Hola, te damos la más cordial Bienvenida al Diagnóstico Inicial para el curso de Creación de contenidos Interactivos con H5P y Moodle!

Te invitamos a llenar el siguiente registro, así como responder el diagnóstico inicial sobre tus preferencias de aprendizaje. La finalidad es el poder conocer más sobre tu perfil profesional, tu experiencia, y sobre todo, tus fortalezas y hábitos de estudio. Esta información nos permite realizar mejoras y adecuaciones a las actividades del curso, buscando adaptarlo, dentro de lo posible, a tus necesidades y preferencias de aprendizaje, por lo que tu participación en esta actividad es indispensable para poder tomar el curso.

Cualquier duda o problemática con este registro, nos puedes escribir a admin@peopleandweb.com, será un gusto el poder ayudarte.

Nota: Este curso es cerrado, por lo que te pedimos no compartir esta liga con nadie más, ya que no será tomado en cuenta para el curso.

Correo *

Correo válido

Este formulario registra los correos. [Cambiar configuración](#)

Nombre completo *

Texto de respuesta corta

Teléfono móvil *

Texto de respuesta corta

Política de privacidad

El desarrollador del curso Creación de Contenidos Interactivos con H5P y Moodle que forma parte del trabajo de tesis sobre aprendizaje adaptativo en programas de capacitación en elearnig de la Maestría en Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, es responsable de recabar sus datos personales, del tratamiento de los mismos y de su protección y resguardo, con fundamento en los artículos 3º, fracción I, 16, 17, 18, 21, 25, 26, 27, 28 y 65 de la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 26 de enero de 2017.

Los datos personales proporcionados sólo serán utilizados para el cumplimiento de las finalidades señaladas de registro y el diagnóstico para la personalización del curso y estadísticas propias del estudio, manteniendo en todo momento la privacidad y anonimato de los datos personales de los participantes. La vigencia del resguardo de estos datos será de 6 meses una vez terminado el curso, esto con la finalidad de permitir el acceso a los materiales, eliminando los mismos de la plataforma educativa una vez cumplido el plazo.

Se reserva el derecho de efectuar en cualquier momento modificaciones, cambios o actualizaciones a las presentes Políticas de Privacidad en cumplimiento de las reformas o cambios legales, jurisprudenciales, políticas y normatividad vigente, mismas que podrán ser verificadas en todo momento a través de la página electrónica donde se imparte el curso <https://peopleandweb.com>. Contacto: admin@peopleandweb.com.

Para continuar con tu registro, debes aceptar la política de privacidad *

Acepto la política de privacidad

Algunos datos de tu perfil



Descripción (opcional)

Rango de edad *

- 20 años o menos
- De 21 a 25
- De 26 a 30
- De 31 a 35
- De 36 a 40
- De 41 a 45
- De 46 a 50
- De 51 a 55
- De 56 a 60
- 61 años o más

Genero *

- Femenino
- Masculino
- Otra...

Último grado de estudios terminado *

- Bachillerato
- Licenciatura
- Especialidad
- Maestría
- Doctorado
- Otra...

¿Cuál es tu experiencia con la educación en línea? Selecciona todas las que apliquen *

- No tengo experiencia
- Experiencia como alumno
- Como creador o diseñador de materiales
- Como docente o tutor
- Como coordinador o supervisor
- Como administrador de plataforma

En estos momentos, ¿En cuál de las opciones te ubicas? si son varias, escoge a la que le dediques más tiempo *

- No me encuentro actualmente en un programa de educación en línea
- Como alumno
- Como creador o diseñador de materiales
- Como docente o tutor
- Como coordinador o supervisor
- Como administrador de plataforma

¿Actualmente te encuentras laborando en el sector educativo? *

- Sí
- No

Docencia



Descripción (opcional)

¿En que nivel educativo te encuentras laborando o impartiendo clase? selecciona todas las que apliquen *

- Kinder
- Primaria
- Secundaria
- Bachillerato
- Licenciatura
- Posgrado
- Capacitación o asesorías infantil
- Capacitación o asesorías a profesionistas
- Otra...

¿Qué plataforma educativa utilizan en tu institución? *

- No utilizan plataforma
- Moodle
- Blackboard
- Canvas
- Chamilo
- Saba
- WordPress con Learndash o Tutorlms
- Otra...

¿Cuántos años tienes de experiencia docente? (favor de responder con números enteros) *

Texto de respuesta corta

¿Has ocupado o ocupas actualmente algún puesto directivo? *

- Sí
- No

Sección 4 de 5

Conocimientos previos y preferencias

Descripción (opcional)

¿Ya utilizas la plataforma Moodle? ¿Qué tanto consideras que la conoces? *

- No la conozco
- La conozco pero solo como alumno
- La uso como docente pero no he creado materiales
- Si la uso, se crear algunos materiales a nivel básico
- Si la uso, se crear y configurar varias actividades a nivel intermedio
- Si la uso, se crear y configurar todas las actividades que tiene a nivel avanzado
- Si la uso, administro y se configurar la plataforma

¿Conoces las herramientas H5P? ¿Qué tanto las manejas? *

- No la conozco
- La conozco muy poco, no he utilizado las actividades
- Conozco algunas de las actividades, pero las uso muy poco
- Conozco algunas de las actividades y las uso continuamente
- Conozco todas las actividades y las he utilizado cuando lo he requerido

De acuerdo a tus actividades cotidianas, ¿Cuántas horas efectivas le puedes dedicar a este curso a la semana? *

- 1 a 3 horas semanales
- 4 a 6 horas semanales
- 7 a 10 horas semanales
- 11 a 15 horas semanales
- Otra...

¿Cuentas en tu casa o trabajo con el equipo necesario para tomar este curso en línea? Señala el equipo con el que cuentas actualmente *

- Computadora personal o laptop
- Conexión a internet
- Webcam
- Micrófono

¿En qué tipo de material prefieres que se te presenten los contenidos cuando tomas un curso? *

- Vídeos explicativos
- Textos en los que se detallen los procedimientos y características
- Presentaciones con audio explicativo
- Videoconferencia

¿Qué tipo de actividad formativa prefieres? *

- Talleres donde se desarrollan casos de uso
- Foros de discusión
- Wikis, ensayos o creación de documentos escritos
- Presentación en vídeo
- Creación de mapas mentales

En cuanto a los tiempos de dedicación al curso, ¿Qué prefieres? *

- Revisar los contenidos en actividades síncronas grupales, como videoconferencias o chats
- Revisar los contenidos de manera asíncrona e individual

En cuanto a la entrega de actividades, prefieres: *

- Que se tenga una fecha fija para las entregas de manera secuencial
- Que se tenga libertad de entregar las actividades en el orden y tiempo de acuerdo a mi avance

Sección 5 de 5

Diagnóstico de estilos de aprendizaje



Te agradecemos el tiempo que has invertido hasta este momento. Esta es la última parte y terminamos. Se trata de preguntas muy rápidas con dos posibles respuestas. Toma tu papel de alumno de un curso o programa educativo, y seleccionar la opción con la que te identifiques más. En caso de que te identifiques con las dos, selecciona la que apliques más frecuentemente.

01. Entiendo mejor algo *

- si lo practico
- si pienso en ello

02. Me considero *

- realista
- innovador

03. Cuando pienso acerca de lo que hice ayer, es más probable que lo haga sobre la base de *

- una imagen
- palabras

03. Cuando pienso acerca de lo que hice ayer, es más probable que lo haga sobre la base de *

- una imagen
- palabras

04. Tengo tendencia a *

- entender los detalles de un tema pero no ver claramente su estructura completa
- entender la estructura completa pero no ver claramente los detalles

05. Cuando estoy aprendiendo algo nuevo, me ayuda *

- hablar de ello
- pensar en ello

06. Si yo fuera el profesor, yo preferiría dar un curso *

- que trate sobre hechos y situaciones reales de la vida
- que trate de ideas y las teorías que las sustentan

07. Prefiero obtener información nueva de *

- imágenes, diagramas, gráficas o mapas
- instrucciones escritas o información verbal

08. Una vez que entiendo *

- todas las partes, entiendo el total
- el total de algo, entiendo como encajan sus partes

09. En un grupo de estudio que trabaja con un material difícil, es más probable que *

- participe y contribuya con ideas
- no participe y solo escuche

10. Es más fácil para mí *

- aprender hechos
- aprender conceptos

11. En un libro con muchas imágenes y gráficas es más probable que *

- revise cuidadosamente las imágenes y las gráficas
- me concentre en el texto escrito

12. Cuando resuelvo problemas de matemáticas *

- generalmente trabajo sobre las soluciones con un paso a la vez
- frecuentemente sé cuales son las soluciones, pero luego tengo dificultad para imaginarme los pasos para ...

13. En las clases a las que he asistido *

- he llegado a saber como son muchos de los estudiantes
- raramente he llegado a saber como son muchos estudiantes

14. Cuando leo sobre temas académicos, prefiero *

- algo que me enseñe nuevos hechos o me diga como hacer algo
- algo que me dé nuevas ideas en que pensar

15. Me gustan los maestros *

- que utilizan muchos esquemas en el pizarrón
- que toman mucho tiempo para explicar

16. Cuando estoy analizando un cuento o una novela *

- pienso en los incidentes y trato de acomodarlos para configurar los temas
- me doy cuenta de cuales son los temas cuando termino de leer y luego tengo que regresar y encontrar los ...

17. Cuando comienzo a resolver un problema de una tarea, es más probable que *

- comience a trabajar en su solución inmediatamente
- primero trate de entender completamente el problema

18. Prefiero la idea de *

- certeza
- teoría

19. Recuerdo mejor *

- lo que veo
- lo que oigo

20. Es más importante para mí que un profesor *

- exponga el material en pasos secuenciales claros
- me dé un panorama general y relacione el material con otros temas

21. Prefiero estudiar *

- en un grupo de estudio con mis compañeros de clase
- solo, de manera individual

22. Me considero *

- cuidadoso en los detalles de mi trabajo
- creativo en la forma en la que hago mi trabajo

23. Cuando alguien me da la dirección de un nuevo lugar, prefiero *

- un mapa
- las instrucciones por escrito

24. Aprendo *

a un paso constante. Si estudio con ahínco consigo lo que deseo

en incicios y pausas. Me llego a confundir y súbitamente lo entiendo.

25. Prefiero primero *

hacer algo y ver que sucede

pensar como voy a hacer algo

26. Cuando leo por diversión, me gustan los escritores que *

dicen claramente los que desean dar a entender

dicen las cosas en forma creativa e interesante

27. Cuando veo un esquema o bosquejo en clase, es más probable que recuerde *

la imagen

lo que el profesor dijo acerca de ella

28. Cuando me enfrento a un cuerpo de información *

me concentro en los detalles y pierdo de vista el total de la misma

trato de entender el todo antes de ir a los detalles

29. Recuerdo más fácilmente *

algo que he hecho

algo en lo que he pensado mucho

30. Cuando tengo que hacer un trabajo, prefiero *

dominar una forma de hacerlo

intentar nuevas formas de hacerlo

31. Cuando alguien me enseña datos, prefiero *

- graficarlos
- resumirlos con notas de texto

32. Cuando escribo un trabajo, es más probable que *

- lo haga (piense o escriba) desde el principio y avance
- lo haga (piense o escriba) en diferentes partes y luego las ordene.

33. Cuando tengo que trabajar en un proyecto de grupo, primero quiero *

- realizar una "tormenta de ideas" donde cada uno contribuye con sus opiniones
- realizar la "tormenta de ideas" en forma personal y luego juntarme con el grupo para comparar las ideas

34. Considero que es mejor elogio llamar a alguien *

- sensible
- imaginativo

35. Cuando conozco gente en una fiesta, es más probable que recuerde *

- cómo es su apariencia
- lo que estuvieron platicando

36. Cuando estoy aprendiendo un nuevo tema, prefiero *

- mantenerme concentrado en ese tema, aprendiendo lo más que pueda de él
- hacer conexiones entre ese tema y temas relacionados

37. Me considero *

- abierto
- reservado

38. Prefiero cursos que dan más importancia a *

- material concreto (hechos, datos)
- material abstracto (conceptos, teorías)

39. Para divertirme, prefiero *

- ver televisión
- leer un libro

40. Algunos profesores inician sus clases haciendo un bosquejo de lo que enseñarán. Esos bosquejos son *

- algo útiles para mí
- muy útiles para mí

41. La idea de hacer una tarea en grupo con una sola calificación para todos *

- me parece bien
- no me parece bien

42. Cuando hago grandes cálculos *

- tiendo a repetir todos mis pasos y revisar cuidadosamente mi trabajo
- me cansa hacer su revisión y tengo que esforzarme para hacerlo

43. Tiendo a recordar lugares en los que he estado *

- fácilmente y con bastante exactitud
- con dificultad y sin mucho detalle

44. Cuando resuelvo problemas en grupo, es más probable que yo *

- piense en los pasos para la solución de los problemas
- piense en las posibles consecuencias o aplicaciones de la solución en un amplio rango de campos

¡Muchas gracias!

Agradecemos tu participación en este diagnóstico, próximamente te haremos llegar a tu correo electrónico la información correspondiente, su fecha de inicio, la liga a la plataforma, tu usuario y contraseña para tomar tu curso.

¡Nos vemos pronto!

admin@peopleandweb.com

F. Test ILS original de Felder - Silverman

INDEX OF LEARNING STYLES*

Richard M. Felder
Barbara A. Soloman

DIRECTIONS

Enter your answers to every question on the ILS scoring sheet. Please choose only one answer for each question. If both "a" and "b" seem to apply to you, choose the one that applies more frequently.

1. I understand something better after I
 - a) try it out.
 - b) think it through.
2. I would rather be considered
 - a) realistic.
 - b) innovative.
3. When I think about what I did yesterday, I am most likely to get
 - a) a picture.
 - b) words.
4. I tend to
 - a) understand details of a subject but may be fuzzy about its overall structure.
 - b) understand the overall structure but may be fuzzy about details.
5. When I am learning something new, it helps me to
 - a) talk about it.
 - b) think about it.
6. If I were a teacher, I would rather teach a course
 - a) that deals with facts and real life situations.
 - b) that deals with ideas and theories.
7. I prefer to get new information in
 - a) pictures, diagrams, graphs, or maps.
 - b) written directions or verbal information.
8. Once I understand
 - a) all the parts, I understand the whole thing.
 - b) the whole thing, I see how the parts fit.
9. In a study group working on difficult material, I am more likely to
 - a) jump in and contribute ideas.
 - b) sit back and listen.
10. I find it easier
 - a) to learn facts.
 - b) to learn concepts.
11. In a book with lots of pictures and charts, I am likely to
 - a) look over the pictures and charts carefully.
 - b) focus on the written text.

* Copyright © 1991, 1994 by Education Designs, Inc., Chapel Hill, NC. For information about the history of the ILS, the theory behind it, appropriate uses of it, and studies of its reliability and validity, see <http://educationdesignsinc.com/index-of-learning-styles/>.

12. When I solve math problems
a) I usually work my way to the solutions one step at a time.
b) I often just see the solutions but then have to struggle to figure out the steps to get to them.
13. In classes I have taken
a) I have usually gotten to know many of the students.
b) I have rarely gotten to know many of the students.
14. In reading nonfiction, I prefer
a) something that teaches me new facts or tells me how to do something.
b) something that gives me new ideas to think about.
15. I like teachers
a) who put a lot of diagrams on the board.
b) who spend a lot of time explaining.
16. When I'm analyzing a story or a novel
a) I think of the incidents and try to put them together to figure out the themes.
b) I just know what the themes are when I finish reading and then I have to go back and find the incidents that demonstrate them.
17. When I start a homework problem, I am more likely to
a) start working on the solution immediately.
b) try to fully understand the problem first.
18. I prefer the idea of
a) certainty.
b) theory.
19. I remember best
a) what I see.
b) what I hear.
20. It is more important to me that an instructor
a) lay out the material in clear sequential steps.
b) give me an overall picture and relate the material to other subjects.
21. I prefer to study
a) in a study group.
b) alone.
22. I am more likely to be considered
a) careful about the details of my work.
b) creative about how to do my work.
23. When I get directions to a new place, I prefer
a) a map.
b) written instructions.
24. I learn
a) at a fairly regular pace. If I study hard, I'll "get it."
b) in fits and starts. I'll be totally confused and then suddenly it all "clicks."
25. I would rather first
a) try things out.
b) think about how I'm going to do it.

26. When I am reading for enjoyment, I like writers to
a) clearly say what they mean.
b) say things in creative, interesting ways.
27. When I see a diagram or sketch in class, I am most likely to remember
a) the picture.
b) what the instructor said about it.
28. When considering a body of information, I am more likely to
a) focus on details and miss the big picture.
b) try to understand the big picture before getting into the details.
29. I more easily remember
a) something I have done.
b) something I have thought a lot about.
30. When I have to perform a task, I prefer to
a) master one way of doing it.
b) come up with new ways of doing it.
31. When someone is showing me data, I prefer
a) charts or graphs.
b) text summarizing the results.
32. When writing a paper, I am more likely to
a) work on (think about or write) the beginning of the paper and progress forward.
b) work on (think about or write) different parts of the paper and then order them.
33. When I have to work on a group project, I first want to
a) have "group brainstorming" where everyone contributes ideas.
b) brainstorm individually and then come together as a group to compare ideas.
34. I consider it higher praise to call someone
a) sensible.
b) imaginative.
35. When I meet people at a party, I am more likely to remember
a) what they looked like.
b) what they said about themselves.
36. When I am learning a new subject, I prefer to
a) stay focused on that subject, learning as much about it as I can.
b) try to make connections between that subject and related subjects.
37. I am more likely to be considered
a) outgoing.
b) reserved.
38. I prefer courses that emphasize
a) concrete material (facts, data).
b) abstract material (concepts, theories).
39. For entertainment, I would rather
a) watch television.
b) read a book.
40. Some teachers start their lectures with an outline of what they will cover. Such outlines are
a) somewhat helpful to me.
b) very helpful to me.

41. The idea of doing homework in groups, with one grade for the entire group,
a) appeals to me.
b) does not appeal to me.
42. When I am doing long calculations,
a) I tend to repeat all my steps and check my work carefully.
b) I find checking my work tiresome and have to force myself to do it.
43. I tend to picture places I have been
a) easily and fairly accurately.
b) with difficulty and without much detail.
44. When solving problems in a group, I would be more likely to
a) think of the steps in the solution process.
b) think of possible consequences or applications of the solution in a wide range of areas.

* Nota: el autor solicita secrecía para la hoja de respuestas, por lo que no se presenta.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

G. Resultados individuales del Test de Felder Silverman.

Usuario	Activo - Reflexivo	Sensitivo - Intuitivo	Visual - Verbal	Secuencial - Global	Minigráfico
1		1 -7	-7		1
2		7 -5		3 -1	
3	-7	-9	-3	-3	
4	-3	-3	-1	-1	
5		5	1 -5	-1	
6	-1	-1	-3	-5	
7	-5	-7	-3		1
8	-9	-7	-3		3
9	-3	-7	-7	-7	
10	-7		3 -5	-3	
11	-5	-1		5 -7	
12	-1	-1	-9	-7	
13	-3	-5	-11	-11	
14		1	1 -7		1
15	-1	-5	-9	-1	
16	-1	-3	-11	-9	
17	-3		1 -11	-1	
18	-3		1 -9	-1	
19	-1		5 -3		1
20	-3	-1	-11		1
21	-7	-3	-7	-7	
22	-9	-1	-9	-1	
23		1 -3	-1		5
24	-5		3 -1	-1	
25	-5		3 -5		3
26	-3		3 -11	-3	
27	-7		1 -5		1
28	-7	-1	-1	-1	
29		3	3	3 -1	
30	-3	-5		3 -7	
31	-3		5 -1	-1	
32	-5	-3		3	5
33	-3	-9	-5	-3	
34		7 -7		1 -3	
35	-5		3 -5	-3	
36	-1	-3	-7	-5	
37	-5	-1	-3		1
38	-5	-1	-5		3
39	-5	-7	-11		1
40	-1		1 -11	-3	
41	-1		3 -5		1
42	-7	-5	-5		1
43	-7	-1	-1	-1	
44	-5		3	1	1
45	-7	-1		1 -1	
46	-1	-1	-9		3
47	-5	-7	-7	-1	
48	-1	-5		3 -5	
49	-9	-5	-9		3
50	-3	-1	-3		3

H. Código en R para gráficas elbow, silhouette y gap.

```
setwd("C:/Users/.../UJAT/CURSO TESIS/DB")
dataset<-read.csv("base50.csv",header=TRUE)
str(dataset)
dataset2<-as.matrix(dataset)

summary(dataset[,c(2:15)])

#GRAFICOS
pkgs <- c("qgraph", "factoextra", "Nbclust")
install.packages(pkgs)
install.packages("cluster")

library(cluster)
library(qgraph)
library(factoextra)
library(Nbclust)

df <- scale(dataset[,c(2:19)])
head(df)

# Elbow method
fviz_nbclust(df, kmeans, method = "wss") +
  geom_vline(xintercept = 4, linetype = 2)+
  labs(subtitle = "Elbow method")

# Silhouette method
fviz_nbclust(df, kmeans, method = "silhouette")+
  labs(subtitle = "Silhouette method")

# Gap statistic
# nboot = 50 to keep the function speedy.
# recommended value: nboot= 500 for your analysis.
# Use verbose = FALSE to hide computing progression.
set.seed(1234)
fviz_nbclust(df, kmeans, nstart = 25, method = "gap_stat", nboot = 500)+
  labs(subtitle = "Gap statistic method")
```

I. Tabla completa del porcentaje de interacciones por usuario para cada actividad por semana

Actividades generales del curso	Porcentaje de interacciones por usuario para cada actividad por semana							Total
	1	2	3	4	5	6	7	
Grupo A, Sensitivo – Activo	<i>12</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	<i>11</i>	<i>11</i>	Total
Archivo: Agenda de actividades y evaluaciones	3.58	0.17		0.25	0.42	0.27	0.18	4.87
Archivo: Syllabus del curso	3.92	0.25		0.08	0.17	0.27		4.69
Foro: ¿Alguna duda o comentario sobre el curso?	5.17	0.92		2.00	1.92	0.64	0.36	11.00
Encuesta: Encuesta de evaluación del curso					2.42	1.82	1.36	5.60
Course certificate: Constancia del curso					0.25		3.82	4.07
Libro: Introducción al e-learning A	22.00	3.67			0.92	2.45		29.04
Libro: Introducción a H5P y Actividades informativas (I) A	44.75	12.17	0.33	0.42	0.50	1.55	0.18	59.89
Libro: Actividades informativas (II) A	26.25	8.08		0.75	0.33	0.36		35.78
Libro: Selección de herramientas de aprendizaje A		23.42	0.83		0.67			24.92
Libro: Actividades multimedia (I) A		42.92	13.00		1.17			57.08
Libro: Actividades multimedia (II) A		30.75	11.08		0.17	1.09		43.09
Libro: La importancia de la evaluación formativa A			17.33	1.33	2.50			21.17
Libro: Actividades para evaluación formativa (I) A			41.67	6.58	2.92	2.64	0.36	54.17
Libro: Actividades para evaluación formativa (II) A			38.50	2.92	0.33	3.73	1.73	47.20
H5P: Estrategias de gamificación en Moodle				8.75	21.17	6.55		36.46
Libro: Actividades H5P para juegos A				10.08	30.25	14.00		54.33
Libro: Actividades H5P de integración A				5.92	22.67	15.00	0.55	44.13
Tarea: Creación de actividades de información H5P A	24.58	13.17	3.50	2.25	0.75			44.25
Tarea: Creación de actividades multimedia H5P A		21.83	15.58	1.83	2.00	5.91		47.16
Tarea: Creación de actividades de evaluación H5P A			22.00	4.75	4.33	4.73	5.00	40.81
Tarea: Creación de Vídeo Interactivo H5P A				6.00	22.67	11.27	3.18	43.12
Tarea: Creación de Selección de Escenarios A				5.92	17.50	10.27	1.73	35.42
Tarea: Creación de actividad gamificada H5P A				4.75	12.92	10.55	1.36	29.58
Glosario: de actividades de información H5P A	7.50	3.42	0.17	0.58	0.42	0.09	0.18	12.36
Glosario: de actividades multimedia H5P A		6.25	3.83		0.17			10.25
Glosario: de actividades de evaluación H5P A			5.83	1.67	0.58	1.09	0.73	9.90
Glosario: de actividades de gamificación H5P A				1.17	4.58	3.82	0.45	10.02
Cuestionario: sobre actividades de información interactiva	11.00	5.58		0.17	0.25	0.18		17.18
Cuestionario: sobre actividades multimedia H5P		12.83	7.33	0.08	0.25	0.18	0.36	21.05
Cuestionario: sobre actividades de evaluación H5P			13.17	6.50	3.58	2.82	0.91	26.98
Foro: Actividad formativa multimedia - Arrastrar y Soltar A		20.42	9.83	1.33	3.92	1.55	3.09	40.14
Página: Genially A	2.17	1.50	0.33		0.33			4.33
Página: Padlet para pizarras interactivas A		2.08	1.58		0.42	0.36		4.45
Página: WiseMapping para Mapas Mentales A		2.42	1.42		0.17	0.36		4.36
Página: Mentimeter para presentaciones interactivas A			2.83	1.17	0.58	0.91	0.18	5.67
								Total: 944.52
Grupo B, Activo - Visual	<i>13</i>	<i>12</i>	<i>10</i>	<i>8</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	Total
Archivo: Agenda de actividades y evaluaciones	2.92	0.33				0.44		3.70
Archivo: Syllabus del curso	2.69	0.25		0.13		0.44	0.11	3.62
Foro: ¿Alguna duda o comentario sobre el curso?	7.31	0.25	0.40		0.13	1.11	0.33	9.53
Encuesta: Encuesta de evaluación del curso					2.38	3.56	1.33	7.26

Course certificate: Constancia del curso								2.78	2.78
Libro: Introducción al e-learning B	20.15	1.00	2.80	1.25	0.25	1.67	0.22		27.34
Libro: Introducción a H5P y Actividades informativas (I) B	50.46	6.75	2.30		1.88	2.11			63.50
Libro: Actividades informativas (II) B	28.38	4.58	2.40	1.13	2.75	1.11			40.35
Libro: Selección de herramientas de aprendizaje B		14.50	5.70	0.88	0.50	3.78	0.44		25.80
Libro: Actividades multimedia (I) B		35.42	18.00	5.75	5.25	13.22			77.64
Libro: Actividades multimedia (II) B		16.67	13.10		8.63	7.78			46.17
Libro: La importancia de la evaluación formativa B			11.80	2.50	5.88	5.89	0.22		26.29
Libro: Actividades para evaluación formativa (I) B			31.90	7.63	6.63	23.22			69.37
Libro: Actividades para evaluación formativa (II) B			24.80	6.50	11.00	19.44			61.74
H5P: Estrategias de gamificación en Moodle				6.00	19.38	14.22	1.33		40.93
Libro: Actividades H5P para juegos B				6.25	47.75	32.33	0.22		86.56
Libro: Actividades H5P de integración B				1.88	23.63	34.11	0.22		59.83
Tarea: Creación de actividades de información H5P B	18.31	14.92	7.50	2.25	2.63	2.00	0.33		47.93
Tarea: Creación de actividades multimedia H5P B		10.83	16.20		4.00	10.67	0.78		42.48
Tarea: Creación de actividades de evaluación H5P B			11.70	4.75	9.00	14.67	3.00		43.12
Tarea: Creación de Vídeo Interactivo H5P B				0.75	22.88	16.00	2.67		42.29
Tarea: Creación de Selección de Escenarios B				1.00	20.13	21.33	3.11		45.57
Tarea: Creación de actividad gamificada H5P B				4.75	15.75	23.44	2.89		46.83
Wiki: Wiki de actividades de información H5P B	6.08	4.00	3.60		0.75	2.56			16.98
Wiki: Wiki de actividades multimedia H5P B		3.67	4.50	0.38	0.63	4.00	0.11		13.28
Wiki: Wiki de actividades de evaluación H5P B			3.80	2.38	2.25	3.67	0.22		12.31
Wiki: Wiki de actividades de gamificación H5P B				1.50	8.25	6.89	0.78		17.42
Cuestionario: sobre actividades de información interactiva	7.85	3.42	7.10		0.25	0.78			19.39
Cuestionario: sobre actividades multimedia H5P		3.67	6.10		0.13	4.56			14.45
Cuestionario: sobre actividades de evaluación H5P			9.80	3.25	8.00	5.89	0.44		27.38
Foro: Actividad formativa multimedia - Arrastrar y Soltar B		19.17	17.50	9.38	8.63	29.22	2.44		86.33
Página: Genially B	1.38	1.17	0.90		1.13	0.89	0.11		5.58
Página: Padlet para pizarras interactivas B		1.25	0.70		0.25	1.67	0.11		3.98
Página: WiseMapping para Mapas Mentales B		1.42	1.00		0.25	1.89	0.11		4.67
Página: Mentimeter para presentaciones interactivas B			0.90	1.50	0.38	1.89	0.11		4.78

Total: 1147.18

Grupo C, Muy visual - Secuencial	12	10	9	7	6	7	6	Total
Archivo: Agenda de actividades y evaluaciones	2.58	0.40	0.33					3.32
Archivo: Syllabus del curso	2.67	0.80	0.22		0.17			3.86
Foro: ¿Alguna duda o comentario sobre el curso?	2.42	2.20	1.44		1.83	1.43		9.32
Encuesta: Encuesta de evaluación del curso					1.50	3.14	1.00	5.64
Course certificate: Constancia del curso							1.67	1.67
Libro: Introducción al e-learning C	16.50	4.40	2.33					23.23
Libro: Introducción a H5P y Actividades informativas (I) C	39.00	3.80	0.67		1.00			44.47
Libro: Actividades informativas (II) C	17.58	6.50	1.00		1.17			26.25
Libro: Selección de herramientas de aprendizaje C		14.80	7.67	1.29				23.75
Libro: Actividades multimedia (I) C		41.10	8.22	2.00	1.00	1.71		54.04
Libro: Actividades multimedia (II) C		28.80	3.78	0.86	1.00	0.86		35.29
Libro: La importancia de la evaluación formativa C			14.22	0.29	1.33			15.84
Libro: Actividades para evaluación formativa (I) C			44.33	4.14	1.00	0.57		50.05
Libro: Actividades para evaluación formativa (II) C			45.44	3.57	1.50	1.00		51.52
H5P: Estrategias de gamificación en Moodle				42.71	11.00	0.29		54.00
Libro: Actividades H5P para juegos C				17.00	63.83	12.00		92.83
Libro: Actividades H5P de integración C				4.00	38.67	3.71		46.38

Tarea: Creación de actividades de información H5P C	23.00	6.60	4.11		7.50			41.21
Tarea: Creación de actividades multimedia H5P C		37.00	5.33	1.14	4.50	4.86		52.83
Tarea: Creación de actividades de evaluación H5P C			26.67	7.29	2.00	2.29	5.17	43.40
Tarea: Creación de Vídeo Interactivo H5P C				10.86	28.50	12.29	3.50	55.14
Tarea: Creación de Selección de Escenarios C				0.86	25.50	11.71	2.00	40.07
Tarea: Creación de actividad gamificada H5P C				0.57	28.67	11.43	2.33	43.00
Wiki: Wiki de actividades de información H5P C	7.58	1.50	0.44	0.29	1.00			10.81
Wiki: Wiki de actividades multimedia H5P C		6.40	2.89		1.33	0.29		10.91
Wiki: Wiki de actividades de evaluación H5P C			7.44	1.71	1.00			10.16
Wiki: Wiki de actividades de gamificación H5P C					8.67	3.71	0.17	12.55
Cuestionario: sobre actividades de información interactiva	8.25	1.40	1.67					11.32
Cuestionario: sobre actividades multimedia H5P		9.00	5.00					14.00
Cuestionario: sobre actividades de evaluación H5P			16.22	4.14				20.37
Foro: Actividad formativa multimedia - Arrastrar y Soltar C		24.10	5.89	10.14	2.83	1.29		44.25
Página: Genially C	1.58	1.50	0.56	0.29				3.92
Página: Padlet para pizarras interactivas C		1.20	2.11		0.33			3.64
Página: WiseMapping para Mapas Mentales C		2.00	1.56		0.33			3.89
Página: Mentimeter para presentaciones interactivas C			2.44	0.71				3.16

Total: 966.10

Grupo D, Grupo control	11	10	10	7	7	8	8	Total
Archivo: Agenda de actividades y evaluaciones	3.36	0.20						3.56
Archivo: Syllabus del curso	3.18				0.14	0.13		3.45
Foro: ¿Alguna duda o comentario sobre el curso?	0.64	0.20			1.00		0.13	1.96
Encuesta: Encuesta de evaluación del curso					2.43	2.50	0.63	5.55
Course certificate: Constancia del curso							2.00	2.00
Libro: Introducción al e-learning D	19.64		1.30			2.25	0.38	23.56
Libro: Introducción a H5P y Actividades informativas (I) D	43.09	6.60	0.60	2.57	0.86			53.72
Libro: Actividades informativas (II) D	20.45	4.50	1.90	3.71	2.57			33.14
Libro: Selección de herramientas de aprendizaje D		16.40	1.70		1.86	1.50		21.46
Libro: Actividades multimedia (I) D		48.90	7.40	7.43	4.43	4.88	0.25	73.28
Libro: Actividades multimedia (II) D		26.00	2.90	2.86	3.29	3.13	1.88	40.04
Libro: La importancia de la evaluación formativa D			15.00	1.14	1.71	0.50	1.50	19.86
Libro: Actividades para evaluación formativa (I) D			34.50	12.29	5.71	0.88	8.38	61.75
Libro: Actividades para evaluación formativa (II) D			31.70	16.14	4.14		5.50	57.49
H5P: Estrategias de gamificación en Moodle				8.71	11.71	8.88	8.88	38.18
Libro: Actividades H5P para juegos D				12.00	23.43	13.00	4.13	52.55
Libro: Actividades H5P de integración D				4.57	21.71	13.13	3.50	42.91
Tarea: Creación de actividades de información H5P D	17.82	12.90	3.90	0.57	7.71			42.90
Tarea: Creación de actividades multimedia H5P D		22.30	7.30		2.86	3.13	3.63	39.21
Tarea: Creación de actividades de evaluación H5P D			19.70	7.43	6.57	0.25	4.63	38.58
Tarea: Creación de Vídeo Interactivo H5P D				1.14	20.29	9.50	6.88	37.80
Tarea: Creación de Selección de Escenarios D				0.29	20.00	12.75	7.50	40.54
Tarea: Creación de actividad gamificada H5P D				1.14	18.14	7.13	3.38	29.79
Wiki: Wiki de actividades de información H5P D	5.09	2.70	1.40		0.29			9.48
Wiki: Wiki de actividades multimedia H5P D		5.60	1.60		0.57		2.00	9.77
Wiki: Wiki de actividades de evaluación H5P D			5.50	1.43	0.71		0.88	8.52
Wiki: Wiki de actividades de gamificación H5P D				1.57	5.86	3.00	1.25	11.68
Cuestionario: sobre actividades de información interactiva	10.82	3.20	3.00		0.29			17.30
Cuestionario: sobre actividades multimedia H5P		12.10	4.30		0.57		3.50	20.47
Cuestionario: sobre actividades de evaluación H5P			13.50	3.57	2.14	1.25	2.50	22.96

Foro: Actividad formativa multimedia - Arrastrar y Soltar D	25.20	18.70	6.29	7.71	12.50	9.88	80.28
Página: Genially D	1.18	1.90	0.80				3.88
Página: Padlet para pizarras interactivas D		1.70	1.30	0.57	0.50	0.50	4.57
Página: WiseMapping para Mapas Mentales D		2.00	0.80	0.43	0.50	0.50	4.23
Página: Mentimeter para presentaciones interactivas D			2.60	1.14		0.63	4.37
						Total:	960.79

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.