

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA PARA LA PRÁCTICA DEL CURSO DE MATEMÁTICAS EN PLATAFORMAS EDUCATIVAS VIRTUALES UTILIZANDO RECONOCIMIENTO DE EMOCIONES

Tesis para optar el Título de Ingeniero Informático que presenta el bachiller:

Rosario Isabel Zúñiga Soto

ASESOR: Dr. Héctor Andrés Melgar Sasieta

Lima, Abril del 2016

RESUMEN

El Perú atraviesa una crisis en su sistema educativo, a pesar de estar cerca de lograr la universalización de la educación primaria, sector importante para el desarrollo escolar, los resultados muestran que los niños no aprenden como deberían. Para mejorar esta situación se necesitan aplicar nuevas técnicas que apoyen al desarrollo educacional sobretodo de los niños y niñas del nivel primario.

En el ámbito tecnológico, existen nuevas herramientas que no están siendo utilizadas y que podrían ayudar a mejorar la educación en nuestro país. Una de estas herramientas son las plataformas educativas virtuales, conocidas también como *e-Learning Systems*. Si bien estas plataformas logran cubrir algunas expectativas de lo que debería ser un aula virtual, no toman en cuenta las experiencias, talentos e intereses de los alumnos. El presente proyecto de fin de carrera propone una alternativa de solución mediante una herramienta que posibilite el reconocimiento de emociones por medio de texto ingresado por el alumno, para descubrir el perfil que posee y poder responder afectivamente a sus necesidades. Para simular el ambiente pedagógico se crearon lecciones para practicar la materia de Matemáticas. De igual manera el trabajo se centra en la educación primaria como primer enfoque en el desarrollo.

Tabla de Contenido

CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO DE FIN DE CARRERA	1
1 PROBLEMÁTICA	1
1.1 OBJETIVO GENERAL	4
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.3 RESULTADOS ESPERADOS	5
2 HERRAMIENTAS, METODOLOGÍAS, MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS	7
2.1 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS	9
2.1.1 DESCUBRIMIENTO DE CONOCIMIENTO A PARTIR DE BASE DE DATOS (KDD)	9
2.2 HERRAMIENTAS	10
2.2.1 LARAVEL FRAMEWORK Y MANUALES DE LARAVEL – LARAVEL DOCUMENTATION	10
2.2.2 WEKA (WAIKATO ENVIRONMENT KNOWLEDGE ANALYSIS)	11
2.2.3 FREELING	11
2.2.4 PHPUKIT	11
2.2.5 JUSTINMIND	12
3 ALCANCE	12
4 JUSTIFICACIÓN	12
CAPÍTULO 2: CONCEPTOS Y ESTADO DEL ARTE	14
1 MARCO CONCEPTUAL	14
1.1 EDUCACIÓN PERSONALIZADA	14
1.1.1 LA PREMISA DE LA PERSONALIZACIÓN	14
1.1.2 EL ROL DE LAS EMOCIONES EN EL PROCESO DE APRENDIZAJE	15
1.1.3 EMOCIONES QUE SE PRESENTAN DURANTE LA ETAPA DE APRENDIZAJE	16
1.2 PLATAFORMAS EDUCATIVAS VIRTUALES (<i>E-LEARNING SYSTEMS</i>)	19
1.2.1 EL INICIO DEL TÉRMINO E-LEARNING Y SU EVOLUCIÓN	19
1.2.2 CARACTERÍSTICAS	19
1.2.3 SISTEMAS E-LEARNING ADAPTATIVOS	20
1.3 CONCLUSIONES	21

2	ESTADO DEL ARTE	21
2.1	MÉTODO USADO EN LA REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE	21
2.1.1	FORMULACIÓN DE LA PREGUNTA	21
2.1.2	SELECCIÓN DE FUENTES	22
2.1.3	SELECCIÓN DE ESTUDIOS	22
2.2	USO DE SEÑALES BIOLÓGICAS PARA EL ANÁLISIS DE SENTIMIENTO	23
2.3	USO DE EXPRESIONES FACIALES PARA EL ANÁLISIS DE SENTIMIENTO	23
2.4	USO DE TEXTO PARA EL ANÁLISIS DE SENTIMIENTO	25
2.4.1	HERRAMIENTAS PARA EL APRENDIZAJE EN AMBIENTES DE PROGRAMACIÓN	25
2.4.2	UN MODELO QUE TOMA EMOCIONES POR MEDIO DE FORMULARIOS	26
2.4.3	RECONOCIMIENTO DE LAS OPINIONES DE LOS USUARIOS	26
2.4.4	LA APLICACIÓN EN LAS REDES SOCIALES	27
2.4.5	USANDO UN CHAT COMO FUENTE DE INFORMACIÓN	27
2.4.6	HERRAMIENTAS QUE PERMITEN RESPONDER AFECTIVAMENTE	27
2.5	CONCLUSIONES SOBRE EL ESTADO DEL ARTE	29
<u>CAPÍTULO 3: CAPTURA DE LAS RESPUESTAS DEL ALUMNO DE EDUCACIÓN PRIMARIA POR UN MEDIO DINÁMICO QUE FACILITE LA COMUNICACIÓN ENTRE LA HERRAMIENTA DE DETECCIÓN DE EMOCIONES Y EL ALUMNO</u>		30
1	DESCRIPCIÓN DE LA ARQUITECTURA DEL <i>FRAMEWORK</i> UTILIZADO	30
1.1	ESTRUCTURA DE CARPETAS	30
1.2	MODELO VISTA CONTROLADOR (MVC)	32
1.3	COMPONENTES DE LARAVEL	33
2	DESCRIPCIÓN DE LOS PROTOTIPOS DEL MÓDULO	33
2.1	PRINCIPIOS GENERALES	34
2.2	PROTOTIPO DE PANTALLAS	34
2.2.1	PANTALLA DE INICIO DE SESIÓN	34
2.2.2	PANTALLA DE CHAT (LECCIONES Y EVALUACIONES)	35
2.2.3	PANTALLA DE BIENVENIDA AL PROFESOR	36
2.2.4	PANTALLA DE MANTENIMIENTO DE ALUMNOS	36
2.2.5	REPORTE DE DESEMPEÑO	37
3	COMPONENTE DE CAPTURA Y PROCESAMIENTO DE TEXTO	37

3.1	DESCRIPCIÓN DEL <i>CHAT</i>	38
3.2	DESCRIPCIÓN DEL MODELO E/R	39
3.3	DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL <i>CHAT</i>	40
4	CONCLUSIONES	40
<u>CAPÍTULO 4: IDENTIFICACIÓN DE LAS VECES QUE EL ALUMNO FALLA RESOLVIENDO LOS EJERCICIOS Y, DE ACUERDO A ELLO, SU POSIBLE FRUSTRACIÓN</u>		41
1	DESCRIPCIÓN DE LA FRUSTRACIÓN EN EL APRENDIZAJE	41
1.1	LA FRUSTRACIÓN EN LOS NIÑOS	41
1.2	LA IMPORTANCIA DE LA FRUSTRACIÓN EN LA EDUCACIÓN	41
1.3	CONCLUSIONES	42
2	MECANISMO CAPAZ DE RECONOCER UN POSIBLE CUADRO DE FRUSTRACIÓN DE ACUERDO A LAS VECES QUE SE FALLA EN LA SOLUCIÓN DE EJERCICIOS.	42
2.1	FUNCIÓN DEL MECANISMO	42
2.2	FLUJO A SEGUIR DURANTE UNA LECCIÓN	42
2.3	FLUJO A SEGUIR DURANTE UNA EVALUACIÓN	43
3	CONCLUSIONES	43
<u>CAPÍTULO 5: IDENTIFICACIÓN DE LAS EMOCIONES QUE EL ALUMNO MANIFIESTA FRENTE A UN POSIBLE CUADRO DE FRUSTRACIÓN</u>		45
1	MECANISMO QUE IDENTIFIQUE LAS EMOCIONES DEL ALUMNO	45
1.1	ESTRUCTURA DEL CONJUNTO DE DATOS.....	45
1.2	ESTRUCTURA DEL ARCHIVO (FORMATO ACEPTADO POR WEKA).....	47
1.3	PRE-PROCESAMIENTO DEL CONJUNTO DE DATOS.....	47
1.4	ADAPTACIÓN DEL MODELO DE CLASIFICACIÓN	49
1.5	INTEGRACIÓN AL MÓDULO	50
1.6	DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE DATOS	50
1.7	PRE-PROCESAMIENTO DEL TEXTO INGRESO POR EL ALUMNO.....	51
1.8	FUNCIONAMIENTO DEL MECANISMO.....	52

2	PRUEBAS UNITARIAS DEL COMPONENTE	53
2.1	OBJETIVO DE LAS PRUEBAS	53
2.2	ESTRUCTURA DE UN CASO DE PRUEBA EN PHPUnit	53
2.3	RESULTADOS DE LAS PRUEBAS UNITARIAS	54
3	CONCLUSIONES	54
<u>CAPÍTULO 6: MECANISMO DE INFORMACIÓN PARA LOS PROFESORES</u>		55
1	REPORTE CONTENIENDO EL NOMBRE DEL ALUMNO Y SU COMPORTAMIENTO FRENTE AL MÓDULO, ASÍ COMO LOS RESULTADOS DE LA IDENTIFICACIÓN DE EMOCIONES DEL MECANISMO ANTERIOR.	55
1.1	FUNCIONAMIENTO DEL MECANISMO DE INFORMACIÓN	55
2	PRUEBAS UNITARIAS DEL MECANISMO DE INFORMACIÓN	57
2.1	OBJETIVO DE LA PRUEBA	57
2.2	ESTRUCTURA DEL CASO DE PRUEBA EN PHPUnit	57
2.3	RESULTADOS DE LAS PRUEBAS UNITARIAS	57
3	CONCLUSIONES	58
<u>CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS</u>		59
1	CONCLUSIONES	59
2	RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS	60
<u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>		62

Índice de Tablas

TABLA 1: RESULTADOS E INDICADORES DERIVADOS DEL OE1.	5
TABLA 2: RESULTADOS E INDICADORES DERIVADOS DEL OE2.	6
TABLA 3: RESULTADOS E INDICADORES DERIVADOS DEL OE3.	6
TABLA 4: RESULTADOS E INDICADORES DERIVADOS DEL OE4	7
TABLA 5: RESULTADOS VS. HERRAMIENTAS A UTILIZARSE.	8
TABLA 6: EMOCIONES ACADÉMICAS. ADAPTADA DE (PEKRUM, 1992)	17
TABLA 7: RESULTADOS DE LA REVISIÓN SISTEMÁTICA DEL ESTADO DEL ARTE	23
TABLA 8: CONTENIDO DE LARAVEL EN EL DIRECTORIO RAÍZ (CD, 2013).	30
TABLA 9: TEMAS, LECCIONES Y EVALUACIONES DEL MÓDULO CHAT	38
TABLA 10: EMOCIONES IDENTIFICADAS EN EL CORPUS	46
TABLA 11: DETALLE DE LA EJECUCIÓN DEL MODELO DE CLASIFICACIÓN	49
TABLA 12: MATRIZ DE CONFUSIÓN	50

Índice de Figuras

FIGURA 1: PROCESO DE DESCUBRIMIENTO DE CONOCIMIENTO EN BASE DE DATOS. FIGURA ADAPTADA DE (KALAVATHY, SURESH, & AKHILA, 2007).	9
FIGURA 2: GRUPOS DE EMOCIONES POSIBLEMENTE RELEVANTES PARA EL APRENDIZAJE. FIGURADA ADAPTADA DE (KORT ET AL., 2001)	17
FIGURA 3: MODELO CÍCLICO DE APRENDIZAJE. FIGURA ADAPTADA DE (KORT ET AL., 2001)	18
FIGURA 4: MODELO DE EMOCIONES DE FEIDAKIS. FIGURA ADAPTADA DE (FEIDAKIS ET AL., 2013)	18
FIGURA 5: RESULTADO DE LA DETECCIÓN DE ROSTRO (Y. LIU & WANG, 2009)	24
FIGURA 6: EMOT-CONTROL V4 (FEIDAKIS ET AL., 2013)	29
FIGURA 7: ESTRUCTURA DE CARPETAS DE LARAVEL	31
FIGURA 8: INTERACCIÓN DE COMPONENTES DE LARAVEL. ADAPTADO DE (CD, 2013)	33
FIGURA 9: ESQUEMA DE PANTALLAS	34
FIGURA 10: PANTALLA DE INICIO DE SESIÓN	35
FIGURA 11: CONVERSACIÓN EN EL MÓDULO	35
FIGURA 12: INGRESO DE TEXTO POR PARTE DEL ALUMNO	35
FIGURA 13: PANTALLA DE BIENVENIDA AL PROFESOR	36
FIGURA 14: PANTALLA DE MANTENIMIENTO DE ALUMNOS	36
FIGURA 15: PANTALLA DE REGISTRO DE ALUMNO	37
FIGURA 16: PANTALLA DE REPORTES	37

FIGURA 17: MODELO E/R PARA EVALUACIONES	39
FIGURA 18: DESARROLLO DE LOS EJERCICIOS	40
FIGURA 19: DESARROLLO DE UNA LECCIÓN	44
FIGURA 20: FLUJO DEL MECANISMO DURANTE UNA EVALUACIÓN	44
FIGURA 21: CONJUNTO DE DATOS EN FORMATO EXCEL	46
FIGURA 22: ARCHIVO DE EXTENSIÓN .ARFF	47
FIGURA 23: ARCHIVO DE DATOS PROCESADO (ATRIBUTOS)	48
FIGURA 24: ARCHIVO DE DATOS PROCESADO (DATA, SPARSE MODE)	48
FIGURA 25: TABLAS PARA EL ANÁLISIS DE SENTIMIENTOS EN EL MODELO DE DATOS	51
FIGURA 26: MENSAJES DE AFECTIVOS EN RESPUESTA DEL CHAT	52
FIGURA 27: EJEMPLO DE UN CASO DE PRUEBA EN PHPUNIT	53
FIGURA 28: RESULTADOS DE LA EJECUCIÓN DE PHPUNIT	54
FIGURA 29: DATOS INICIALES DEL REPORTE	55
FIGURA 30: MODELO DEL REPORTE	56
FIGURA 31: CASO DE PRUEBA DE LA GENERACIÓN DE REPORTE EN PHPUNIT	57
FIGURA 32: RESULTADOS DE LA EJECUCIÓN DE PHPUNIT	58

CAPÍTULO 1: Planteamiento del proyecto de fin de carrera

1 Problemática

En el año 2014, el entonces vicepresidente del Consejo Nacional de Educación y ahora consejero de la misma entidad, Hugo Díaz, identificó dos problemas principales en el nivel educativo. El primer problema, afirmó, radica en la falta de calidad y equidad; pues según la última prueba de Educación Censal Estudiantil (ECE) 2014, aplicada por el Ministerio de Educación, la diferencia entre los resultados de la región mejor calificada y la peor calificada fue abismal. El segundo problema identificado fue la mala gestión de la ejecución del presupuesto en el sector; Díaz aseguró que anualmente el MINEDU (Ministerio de Educación del Perú) devuelve S/. 2.850 millones al Tesoro Público (Zavaleta, 2014); si este dinero se invirtiera de mejor manera, la educación podría llegar de manera equitativa a todo el país pues se podría realizar una inversión con el fin de mejorar la calidad educativa en todos los niveles, poniendo énfasis en el nivel primario, nivel básico de nuestra educación.

Para evaluar la situación de la educación de los países existe PISA (Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos). Se trata de un proyecto de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos), cuyo objetivo es evaluar la formación de los alumnos cuando llegan al final de la etapa de enseñanza obligatoria, hacia los 15 años. Es decir, se centran en una población que se encuentra a punto de iniciar la educación post-secundaria o que está a punto de integrarse a la vida laboral. La evaluación cubre las áreas de lectura, matemáticas y competencia científica; poniendo énfasis en el dominio de procesos, el entendimiento de los conceptos y la habilidad de actuar o funcionar en varias situaciones dentro de cada dominio (PISA, OCDE Mejores Políticas para una vida mejor, 2006).

En la prueba PISA realizada el año 2012, nuestro país ocupó el último lugar en matemáticas, ciencia y comprensión lectora (PISA, 2012). Los países que ocuparon la cima en esta prueba se caracterizan por la selección y recompensa de buenos profesores, la creación de un ambiente que fomente la innovación en las escuelas y la correcta utilización de los recursos de manera equitativa entre los colegios más y menos avanzados (Prensa, 2013).

Si bien la prueba PISA muestra que el problema radica en la educación secundaria, se ha identificado que el aprendizaje escolar es sistemático y gradual, si los niños, en los primeros grados de primaria, no desarrollan habilidades básicas que son prerrequisitos para aprender capacidades más complejas, tendrán serias dificultades en los grados superiores. Por tal motivo, la **educación primaria** sería la primera en la que se debería enfocar el interés (Vigo, 2009).

Perú está cada vez más cerca de lograr la universalización de la educación primaria, pero existe el consenso que asistir a la escuela no necesariamente se traduce en que los niños y niñas tengan una trayectoria escolar exitosa, en la que incorporen los conocimientos y capacidades que por derecho les corresponde (Unicef, 2012). Por lo que, en algún momento del proceso pedagógico, los estudiantes pierden la atención, bajando altamente el nivel de comprensión en las diferentes áreas. Pero entonces, **¿cuáles son los principales problemas y carencias de la educación primaria?** Según especialistas, el mayor problema es la baja calidad educativa; otro problema es el bajo nivel pedagógico como consecuencia de la limitada formación docente (Vigo, 2009).

En el ámbito de la tecnología, existen nuevas herramientas que podrían ayudar a mejorar la educación en nuestro país. Una de estas herramientas son las plataformas educativas virtuales conocidas también como *e-Learning Systems*. En un principio, los sistemas de *e-Learning*, eran considerados exclusivamente para el aprendizaje a distancia por medio de materiales alojados en la Web, a los cuales se accedía por medio de Internet (Kechaou, Ben Ammar, & Alimi, 2011). Con el tiempo, los sistemas *e-Learning* han pasado de ser simples repositorios con documentos que eran accedidos vía Web a ambientes de aprendizaje que incluyen herramientas como simuladores pedagógicos inclusive, dando facilidades de comunicación compleja, permitiendo aplicar métodos como “aprender haciendo” o “aprendizaje colaborativo” (Song, Lin, & Yang, 2007).

Un sistema *e-Learning* puede ser entendido como una plataforma virtual abierta con recursos de aprendizaje multimedia, la cual es una segunda aula de clase para la educación continua y la adquisición de conocimiento (Tian et al., 2014). Los sistemas *e-Learning* se consideran cada vez más en corporaciones e instituciones educativas debido a las facilidades que ofrece, principalmente, la gran cantidad de información, la interactividad y sobre todo, la flexibilidad de espacio y tiempo. Por

otro lado, se ha tenido que lidiar con las contradicciones que genera su uso, como las necesidades sociales y las inadecuadas fuentes de información (Song et al., 2007).

Existen varias plataformas de *e-Learning* de código abierto (*i.e.*, Moodle, OpenElms, OPENedX y Chamillo), resaltando entre ellas Moodle por su gran comunidad y flexibilidad. Estas plataformas se enfocan mayormente en la organización de recursos, en el desarrollo social, proporcionando un ambiente en el cual, alumnos y profesores interactúan colaborativamente creando y compartiendo contenido, basándose en la observación y aplicando evaluaciones y actividades que apoyan el proceso de aprendizaje; el problema es que dejan de lado las **emociones y sentimientos** del alumno. Por esta parte, se sabe que no existen dos organismos iguales y eso abarca también a los estudiantes (W. Keefe, 2007). Cada estudiante exhibe sus propias experiencias, talentos e intereses, ninguno se comporta de la misma manera; por lo tanto, la motivación y la frustración son únicas, por cada alumno como por cada situación que se le presente. Por consiguiente, el proceso de aprendizaje para cada alumno es diferente y único, pues cada uno aprende de acuerdo a su talento y anterior experiencia, así como también, sus intereses pueden motivarlos por algunos temas y ser desalentados por otros. En este sentido, la Educación Personalizada es el proceso de aprendizaje en el cual las escuelas ayudan a los estudiantes a evaluar sus talentos y aspiraciones para encontrar su camino de acuerdo a su perfil y trabajar con los demás estudiantes (W. Keefe, 2007).

De manera que ningún alumno posee el mismo proceso de aprendizaje que otro, las emociones que muestran ante las mismas situaciones son diferentes. Las emociones se han ganado el interés de los investigadores (Happy, Dasgupta, Patnaik, & Routray, 2013). En la educación, identificar el estado afectivo de los estudiantes puede ayudar a identificar acciones que pueden ser aplicadas para apoyar su aprendizaje (Iepsen, Bercht, & Reategui, 2013). Es en este contexto que se plantea la pregunta que motiva el presente proyecto de fin de carrera: **¿de qué manera se puede personalizar la educación en plataformas de *e-Learning* para dar soporte al proceso de aprendizaje en la educación primaria de los niños?** El presente proyecto es una alternativa de solución, en la que, se propone analizar los sentimientos de los alumnos durante el proceso de aprendizaje mediante una herramienta, la cual ha sido concebida para ser parte de un sistema de *e-learning*. Dicha herramienta hará posible el reconocimiento de emociones, para lo cual utilizará **texto escrito** por el alumno,

reconociendo los patrones que pueden representar ciertos sentimientos los cuales se presentan durante su proceso de aprendizaje y, de esta manera, podrá responder afectivamente al estado anímico del alumno. Se busca adaptar un sistema de *e-Learning* de código abierto con este componente para lograr una personalización del aprendizaje por medio de un módulo de interacción, de esta manera, la aplicación puede beneficiar a las instituciones educativas del país.

Gran cantidad de investigaciones ponen énfasis en el análisis de sentimiento en sistemas de *e-Learning*. Algunos usan señales biológicas para el análisis, tomando en cuenta el ritmo cardíaco, los impulsos cerebrales, el movimiento de los ojos, y demás, como en el caso de (Charoenpit & Ohkura, 2013). Otras investigaciones apuntan a usar cámaras para detectar las expresiones faciales y la postura del alumno durante el proceso de aprendizaje como es el caso de (Charoenpit & Ohkura, 2013; Happy et al., 2013; S. Liu & Wang, 2010; Y. Liu, Wang, Liu, & Liu, 2010; Y. Liu & Wang, 2009; Ray & Chakrabarti, 2012; Vermun, Senapaty, Sankhla, Patnaik, & Routray, 2013). Y, por último, otras investigaciones apunta a analizar el contenido textual de sistemas de *e-Learning*, que son el caso de (Binali & Potdar, 2009; Feidakis, Daradoumis, Caballé, Conesa, & Gañán, 2013; Iepsen et al., 2013; Kechaou et al., 2011) entre otros. Como se mencionó anteriormente, el presente proyecto utilizará análisis de sentimientos en texto dejando como trabajos futuros la posibilidad de evaluar otros métodos.

1.1 Objetivo General

Implementar una herramienta de software que soporte un modelo de educación personalizada para sistemas de *e-Learning* por medio de una aplicación de análisis de sentimiento para niños de educación primaria, específicamente para el tercer grado de primaria.

1.2 Objetivos Específicos

En base al objetivo general se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Objetivo Especifico 1 (OE1): capturar las respuestas del alumno de educación primaria por un medio dinámico que facilite la comunicación entre la herramienta de detección de emociones y el alumno.

- Objetivo Específico 2 (OE2): identificar las veces que el alumno falla resolviendo los ejercicios de matemáticas y, de acuerdo a ello, su posible frustración, brindando apoyo en la solución de los mismos.
- Objetivo Específico 3 (OE3): identificar los sentimientos que el alumno manifiesta frente a un posible cuadro de frustración.
- Objetivo Específico 4 (OE4): desarrollar un mecanismo capaz de informar a los profesores la manifestación de emociones del alumno.

1.3 Resultados Esperados

En la Tabla 1 se pueden apreciar los resultados e indicadores relacionados al objetivo específico 1 (OE1): *capturar las respuestas del alumno de educación primaria por un medio dinámico que facilite la comunicación entre la herramienta de detección de emociones y el alumno.*

Tabla 1: Resultados e Indicadores derivados del OE1.

<i>Resultado</i>	<i>Medio de verificación</i>
(RE1) Descripción de la arquitectura del <i>framework</i> utilizado para el desarrollo del módulo.	El documento debe comprender principalmente lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> – Funcionamiento. – Estructura básica.
(RE2) Descripción de los prototipos del módulo.	El documento debe contener: <ul style="list-style-type: none"> – Prototipo del mantenimiento y administración de alumnos. – Prototipo del chat para el ingreso de texto.
(RE3) Componente que capture texto ingresado por el alumno, procese la información y pueda responder.	El componente debe capturar la respuesta del alumno, procesarla y responder de acuerdo a lo solicitado.

En la Tabla 2 se pueden apreciar los resultados e indicadores relacionados al objetivo específico 2 (OE2): *identificar las veces que el alumno falla y, de acuerdo a ello, su*

posible frustración en cuanto a los ejercicios, brindando apoyo en la solución de los mismos.

Tabla 2: Resultados e Indicadores derivados del OE2.

<i>Resultado</i>	<i>Medio de verificación</i>
(RE4) Descripción de la frustración en el aprendizaje.	El documento debe comprender principalmente una descripción del papel que juega la frustración en el aprendizaje y la identificación de los sentimientos asociados.
(RE5) Mecanismo capaz de reconocer un posible cuadro de frustración de acuerdo a las veces que el alumno falla en la solución de ejercicios.	Si bien, no es posible detectar con plenitud la frustración en los alumnos, el profesor podrá configurar la cantidad de fallas permitidas.

En la Tabla 3 se pueden apreciar los resultados e indicadores relacionados al objetivo específico 3 (OE3): identificar las emociones que el alumno manifiesta frente a un posible cuadro de frustración.

Tabla 3: Resultados e Indicadores derivados del OE3.

<i>Resultado</i>	<i>Medio de verificación</i>
(RE6) Mecanismo que identifique las emociones del alumno.	La cantidad de evaluaciones que soporta, que pueden ser por lo pronto 3 evaluaciones de la materia de matemáticas.
(RE7) Pruebas unitarias del componente.	Se deben realizar pruebas de los siguientes aspectos: – Si la oración ingresada al mecanismo de identificación de

	<p>emociones no tiene más de 5 palabras no se considera oración.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si la oración no cuenta con al menos un verbo y un sustantivo, no cuenta como oración - Si se pide ingresar una respuesta numérica y se ingresan caracteres alfanuméricos se debe indicar que sólo se aceptan números.
--	--

En la Tabla 4 se pueden apreciar los resultados e indicadores relacionados al objetivo específico 4 (OE4): *Desarrollar un mecanismo capaz de informar la manifestación de emociones del alumno a los profesores.*

Tabla 4: Resultados e Indicadores derivados del OE4

<i>Resultado</i>	<i>Medio de verificación</i>
(RE8) Reporte conteniendo el nombre del alumno, su comportamiento frente al módulo y los resultados de la identificación de emociones del mecanismo anterior.	<p>El reporte debe contener:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Número de aciertos y desaciertos tanto en las lecciones como en las evaluaciones. - Sentimientos mostrados durante la conversación con el mecanismo de respuesta afectiva.
(RE9) Pruebas unitarias del mecanismo de información.	Se deben realizar pruebas de la generación del reporte por alumno.

2 Herramientas, metodologías, métodos y procedimientos

En esta sección se presentan herramientas, métodos y procedimientos que serán usados para el desarrollo de los objetivos específicos descritos en la sección anterior. En la Tabla 5, se muestra a modo de introducción una lista de los resultados esperados versus las herramientas que serán usadas.

Tabla 5: Resultados vs. Herramientas a utilizarse.

Resultados Esperados	Herramientas y metodologías a usarse
(RE1) Descripción de la arquitectura del <i>framework</i> utilizado para el desarrollo del módulo.	Laravel y Laravel Documentation: es el <i>framework</i> a utilizarse y su respectiva documentación oficial.
(RE2) Descripción los prototipos del módulo.	Justinmind: herramienta para la creación de prototipos.
(RE5) Mecanismo capaz de reconocer un posible cuadro de frustración de acuerdo a las veces que se falla en la solución de ejercicios. (RE8) Reporte conteniendo el nombre del alumno y su comportamiento frente al módulo, así como los resultados de la identificación de emociones del mecanismo anterior.	Laravel 5: es un <i>framework</i> de código abierto para desarrollar aplicaciones y servicios web en PHP 5.
(RE6) Mecanismo que identifique las emociones del alumno.	KDD: es el proceso de Extracción de Conocimiento a partir de bases de datos. Se refiere al proceso iterativo e interactivo de identificar patrones nuevos, en un conjunto de datos grande y complejo. WEKA: es una herramienta de prueba de métodos de clasificación y agrupación. Freeling: es una herramienta de procesamiento de lenguaje natural.
(RE7) Pruebas unitarias componente. (RE9) Pruebas unitarias del mecanismo de información.	PHPUnit: entorno para realizar pruebas unitarias en el lenguaje de programación PHP.

2.1 Métodos y procedimientos

2.1.1 Descubrimiento de conocimiento a partir de base de datos (KDD)

En (Fayyad, Piatetsky-Shapiro, & Smyth, 1996) se define a KDD como el proceso no trivial de identificación de información válida, novedosa, potencialmente útil y de patrones comprensibles. El proceso de descubrimiento de conocimiento en base de datos se puede ver en la Figura 1. Es un proceso interactivo e iterativo que involucra los pasos descritos a continuación (Kalavathy, Suresh, & Akhila, 2007) y que pueden visualizarse en la Figura 1:

Selección de datos

- Entendimiento el dominio de aplicación: incluye el conocimiento previo relevante y los objetivos de la aplicación.
- Integración de datos: incluye la integración de múltiples fuentes de datos heterogéneas.
- Extracción del conjunto de datos objetivo: incluye la selección de un conjunto de datos o un subconjunto de variables.

Pre procesamiento

- Limpieza de datos y pre procesamiento: incluye operaciones básicas como la eliminación de ruido y el manejo de datos faltantes, entre otros.



Figura 1: Proceso de descubrimiento de conocimiento en base de datos. Figura adaptada de (Kalavathy, Suresh, & Akhila, 2007).

Transformación

- La reducción de datos y proyección: incluye la búsqueda de características útiles para representar los datos y el uso de métodos de reducción de dimensionalidad o de transformación.

Minería de datos

- La elección de la función objetivo de minería de datos: incluye decidir el propósito de la modelo derivado por el algoritmo de minería de datos (en el caso del presente proyecto de fin de carrera, clasificación).
- La elección del algoritmo de minería de datos: incluye la selección de métodos que se utilizará para buscar patrones en los datos, tales como decidir cuál es el modelo y los parámetros apropiados.
- La minería de datos: incluye la búsqueda de patrones de interés en una forma de representación en particular o un conjunto de dichas representaciones.

Evaluación, Interpretación y Validación

- Validación: comprobación de la precisión del modelo en un banco de ejemplos independiente.
- Interpretación: incluye la identificación de los patrones descubiertos, así como la posible visualización de los mismos.
- Utilizando el conocimiento descubierto: incluye la incorporación de estos conocimientos en el sistema donde se aplicará, tomando acciones basadas en el conocimiento.

Justificación: Este proceso ayudó en la implementación del mecanismo de detección de emociones, aplicando minería de datos para la clasificación del texto ingresado por el alumno.

2.2 Herramientas

2.2.1 *Laravel Framework y Manuales de Laravel – Laravel Documentation*

Laravel es un *framework* de código abierto para desarrollar aplicaciones y servicios web en PHP 5. Este *framework* permite el uso de una sintaxis elegante y expresiva para crear código de forma sencilla, a su vez, permite una multitud de funcionalidades gracias a que está formado por dependencias. Los manuales de Laravel se encuentran en su página oficial.

Justificación: Esta herramienta es importante para el proyecto de fin de carrera, en el sentido que, proporciona las bases necesarias para la creación del componente en su totalidad, incluyendo los mecanismos necesarios para el reconocimiento de emociones y el reporte al profesor.

2.2.2 WEKA (*Waikato Environment Knowledge Analysis*)

WEKA es una colección de algoritmos de aprendizaje automático para las tareas de minería de datos y aprendizaje automático (The University of Waikato, 2013). La minería de datos es el proceso de extracción de información oculta y potencialmente útil de bases de datos de gran magnitud; la minería de datos encuentra relaciones y patrones en el comportamiento de los datos para generar información importante para el estudio de campo y el análisis de comportamientos, maximizando el poder de análisis de un sistema (Agarwal, 2013). WEKA contiene herramientas para el pre-procesamiento de datos, clasificación, regresión, agrupación, reglas de asociación y visualización. Es un entorno que busca aplicar las técnicas de aprendizaje automático a una variedad de problemas reales; pone énfasis en proveer un ambiente de trabajo para personas que no necesariamente son expertos en aprendizaje automático (Holmes, Donkin, & Witten, 1994).

Justificación: Esta herramienta es de suma importancia para el proyecto de fin de carrera, pues los algoritmos que proporciona al igual que las herramientas, permitirán la evaluación de patrones en el comportamiento de los alumnos. De esta manera, el centro del proyecto radica en la utilización de esta herramienta para poder obtener un perfil y así, personalizar la educación.

2.2.3 *Freeling*

Freeling es una librería que contiene herramientas para el análisis de lenguaje como lo es el análisis morfológico, reconocimiento de fechas, etiquetado gramatical (PoS tagging), etc.

Justificación: Esta herramienta permite pre procesar el texto ingresado por el alumno, de esta manera, los datos que llegan al mecanismo de detección de emociones pertenecen a una oración válida.

2.2.4 *PHPUnit*

Es un entorno para realizar pruebas unitarias en el lenguaje de programación PHP. Es un *framework* de la familia xUnit. Se creó con la premisa de que cuanto antes se detecten los errores en el código, antes podrán ser corregidos. El objetivo es aislar cada parte del programa y demostrar que las partes funcionan correctamente de forma individual.

Justificación: Esta herramienta permite realizar las pruebas unitarias tanto del *chat* interactivo como de ambos mecanismos planteados en los objetivos. Es esencial realizar pruebas unitarias para poder detectar errores en código antes de realizar la integración respectiva. Esta herramienta asegurará la calidad del producto final del proyecto de fin de carrera.

2.2.5 *Justinmind*

Es un *software* para el desarrollo de prototipos web y móvil, dando facilidades para el diseño.

Justificación: Esta herramienta permitió realizar los prototipos del *chat* y el formulario inicial.

3 Alcance

El presente proyecto de fin de carrera es una investigación aplicada que se encuentra en el área de Ciencias de la Computación y tendrá como resultado tangible una herramienta de interacción que será capaz de reconocer emociones en el texto escrito por el alumno, para poder responder afectivamente a los sentimientos que presenten durante el proceso de aprendizaje. No se encuentra dentro del alcance del proyecto desarrollar un sistema de *e-Learning* adaptativo, sino un componente que está pensado para ser parte de un sistema de *e-Learning*. De acuerdo a los resultados de la prueba PISA mencionada en la problemática, nuestro país ocupa el último lugar en las áreas de matemáticas, ciencias y comprensión lectora, por lo que en el presente proyecto se ha decidido atacar una de estas áreas. Por el tiempo que se dispone, el área de elección fue el de Matemáticas, a su vez se ha decidido trabajar con el nivel primario (específicamente con el tercer grado de primaria) pues es en esta etapa que se desarrollan habilidades que servirán por el resto de la vida educativa del estudiante. Esta herramienta también será capaz de realizar evaluaciones para medir el desempeño del alumno y cómo el módulo está funcionando para el beneficio de la personalización de la educación.

4 Justificación

Como ya se ha planteado anteriormente, los sentimientos son parte fundamental del aprendizaje de los alumnos (Daradoumis, Arguedas, & Xhafa, 2013); es por ello que cada alumno tiene diferentes reacciones a ciertas situaciones que se presentan en el proceso pedagógico. Por lo tanto, cada alumno posee un perfil diferente y se vuelve

imperativo que exista una personalización de la educación para apoyar correctamente a los alumnos durante este proceso (Hauff, Berthold, Houben, Steiner, & Albert, 2012). Tomando en cuenta este planteamiento, se propone usar la tecnología como un apoyo para la educación. El presente proyecto pretende crear un componente que se pueda adaptar a un sistema *e-Learning* para que se tomen en cuenta las emociones del alumno durante el aprendizaje, se ha planteado desarrollar un mecanismo que pueda interactuar con el alumno y, a la vez, ser capaz de reconocer la emoción que transmite el texto escrito, y así poder responderle afectivamente.

El desarrollo de este mecanismo beneficiará tanto a estudiantes como a educadores. Al conocer el perfil del alumno, mediante las emociones inmersas en el proceso pedagógico, se pueden tomar acciones para ayudar a mejorar la calidad de la educación que se brinda actualmente (Iepsen et al., 2013). Si se identifica, a temprana edad, el perfil de los alumnos, se tendrá más tiempo para guiarlos durante su etapa de aprendizaje, esto ayudará a que tengan una base sólida para los estudios que seguirán durante toda su vida. Por esta razón, se espera que alumnos de educación primaria sean los primeros en tener contacto con este mecanismo (Vigo, 2009). Integrar la tecnología en el aprendizaje por medio de plataformas educativas virtuales, se plantea como una solución para mejorar la calidad educativa en el Perú. Por tanto, usar esta plataforma con el valor agregado de la educación personalizada, es una alternativa de solución al problema de la educación en nuestro país.

En conclusión, el presente proyecto de fin de carrera propone un mecanismo, que se traducirá en un módulo adaptable a un sistema *e-Learning*. Dicho módulo hará posible el reconocimiento de emociones a partir de texto escrito por parte del alumno, lo cual puede ser aplicado en la educación primaria de nuestro país, favoreciendo a mejorar la calidad del proceso pedagógico tomando en cuenta la personalización de la educación.

CAPÍTULO 2: CONCEPTOS Y ESTADO DEL ARTE

1 Marco conceptual

En la siguiente sección se definirán los términos y conceptos necesarios para entender a fondo el proyecto de fin de carrera, el cual plantea la problemática del reconocimiento de emociones utilizando algoritmos de Minería de Datos en Plataformas Educativas Virtuales con el fin de soportar una educación personalizada para los alumnos. El lector encontrará los términos y conceptos que serán de ayuda para comprender de manera clara la problemática del proyecto de fin de carrera que son en resumen: Educación personalizada (tomando en cuenta las emociones del alumno) y Plataformas Educativas Virtuales (*e-Learning Systems*).

1.1 Educación Personalizada

1.1.1 La premisa de la personalización

Para entender mejor lo que es una educación personalizada, debemos partir de la definición de personalización en el ámbito de la educación. No existen organismos iguales en el universo y eso también se extiende a los estudiantes (W. Keefe, 2007). Cada estudiante tiene sus propias experiencias, talentos e intereses, ninguno exhibe el mismo comportamiento; por lo tanto, la motivación y la frustración son diferentes para cada uno en diferentes temas. Entonces, se puede decir que el proceso de aprendizaje para cada alumno es único, ya que cada uno aprende de acuerdo a su talento y anterior experiencia, así como también, sus intereses pueden motivarlos por algunos temas y ser desalentados por otros.

Hoy en día, muchos de los alumnos tienen que enfrentar clases que son innecesariamente difíciles, aburridas, o de poca relevancia, dirigidas por profesores que desconocen la manera en que los alumnos piensan, interactúan y aprenden (Allenby, 2009). En este sentido, para aplicar la personalización en la educación, los profesores tienen que relacionarse con el alumno para estar al tanto de sus conocimientos previos e intereses. La personalización está orientada a las necesidades individuales del alumno. Los objetivos principales de una educación personalizada son: i) mantener a los alumnos motivados y comprometidos; ii) reducir

su frustración; iii) proveer un ambiente de aprendizaje óptimo, y; iv) aumentar la experiencia del estudiante en un tema en particular (Hauff et al., 2012).

La Educación Personalizada puede definirse como el proceso de aprendizaje en el cual las escuelas (o centros que imparten enseñanza) ayudan a sus alumnos a evaluar sus propios talentos y aspiraciones, a encontrar su camino de acuerdo a su perfil y trabajar cooperativamente con los demás estudiantes; todo esto con mentores y guías. La filosofía de la personalización radica en el alumno, todo empieza y termina en él y es importante que participe activamente de su propia educación (W. Keefe, 2007).

1.1.2 El rol de las emociones en el proceso de aprendizaje

Las personas tienden a separar la emoción de la razón, creyendo que las emociones son un obstáculo en el proceso de toma de decisiones o en el proceso de razonamiento, cuando en realidad, trabajos recientes muestran que en todo el proceso cognitivo de un individuo, éste es fuertemente dependiente de sus emociones, lo cual puede influenciar drásticamente en su rendimiento (Daradoumis et al., 2013). Psicólogos y neurólogos han señalado el importante rol de la motivación y la afectividad en las actividades cognitivas como el aprendizaje (Tian et al., 2014). En este contexto, ser capaz de detectar y gestionar información acerca de las emociones de los estudiantes en un momento determinado, puede contribuir a saber lo que su potencial necesita en ese momento (Ortigosa, Martín, & Carro, 2014).

Entonces partiendo de la premisa de la personalización presentada anteriormente, ningún alumno posee el mismo proceso de aprendizaje que otro, por lo tanto, las emociones que muestran los alumnos ante las mismas situaciones son diferentes. Por esta razón, las emociones se han ganado el interés de los investigadores para poder entender el rol que cumple el afecto en el aprendizaje. (Happy et al., 2013). En la educación, identificar el estado afectivo de los estudiantes puede permitir identificar acciones que han de ser tomadas para ayudarlos en sus estudios (Iepsen et al., 2013).

(Daradoumis et al., 2013) menciona que las emociones son estados afectivos balanceados enfocado en eventos, agentes u objetos. Es importante que los alumnos entiendan la influencia que tienen las emociones en su comportamiento, desarrollando habilidades para tomar control de sus propios estados afectivos, respondiendo apropiadamente ante los demás e identificar que cada comportamiento emocional tiene un propósito. A esto se le conoce como inteligencia emocional. Por

otro lado, se menciona que el proceso de aprendizaje abarca tres procesos cognitivos: atención, memorización y razonamiento; y cada uno de estos procesos depende de las emociones del alumno. Si las emociones son positivas entonces el aprendizaje será flexible y creativo; y si las emociones son negativas el aprendizaje se torna lineal y secuencial.

1.1.3 Emociones que se presentan durante la etapa de aprendizaje

En contraste con la inteligencia emocional, a lo que se quiere enfocar el proyecto de fin de carrera es a un “aprendizaje que considere y muestre respeto por las emociones del alumno” (Feidakis, Daradoumis, Caballé, et al., 2013). Por lo tanto, lo que se quiere identificar son las emociones que están presentes durante la etapa de aprendizaje, no para dar apoyo emocional al alumno sino para mejorar su desempeño académico. En (Pekrum, 1992), se examinaron las emociones académicas mostradas en la Tabla 6. En esta tabla, se aplican dos valores: positivo y negativo, lo que indica que una emoción puede ser negativa para el aprendizaje, es decir, que el alumno no está predispuesto para aprender, o positiva para el aprendizaje, el alumno sí está predispuesto a aprender. Otro aspecto que abarca es la activación del proceso de aprendizaje. Si el proceso de aprendizaje no está activado, entonces el alumno no se encontrará aprendiendo pues no está interesado. Por ejemplo, si un alumno está de buen ánimo y el tema no es de importancia para él, los efectos serán perjudiciales para su educación, pues la valencia es positiva pero la activación se encuentra en el estado desactivado. En conclusión, incluso una emoción positiva puede impedirle al alumno aprender. Por ejemplo en la Tabla 6, el alivio es un sentimiento con valencia positivo, pero al estar en estado de desactivación, el alumno no está enfocado en aprender porque el tema no es de su interés.

En la Figura 3 se observa cómo se enlazan con las dinámicas cognitivas del proceso de aprendizaje. El eje horizontal es un eje de emociones, a la derecha encontramos las emociones más placenteras y a la izquierda las que no lo son. El eje vertical es lo que llamamos el eje de aprendizaje, hacia arriba se encuentra la construcción del conocimiento y hacia abajo, la pérdida del concepto de aprendizaje. El estudiante pasará por cada cuadrante durante el proceso de aprendizaje, por ejemplo, al inicio sentirá curiosidad o fascinación ante un problema (Cuadrante I) o podría estar desconcertado y motivado a la vez para reducir la confusión (Cuadrante II). Luego podría pasar a la parte baja del diagrama (Cuadrante III) donde las emociones son

negativas y se pierde el enfoque en el aprendizaje. Una vez que el conocimiento se consolida pasará al Cuadrante IV. Luego tendrá una nueva idea y pasará al cuadrante I.

Tabla 6: Emociones Académicas. Adaptada de (Pekrum, 1992)

	Valencia	
Activación	Positivo	Negativo
Activado	Diversión	Ansiedad
	Orgullo	Enojo
	Esperanza	Vergüenza/Culpa
Desactivado	Alivio	Aburrimiento
		Desesperación

Por otro lado, (Kort, Reilly, Picard, Coleman, & Intelligence, 2001) muestra las emociones que se presentan comúnmente durante el aprendizaje, las cuales se pueden observar en la Figura 2.

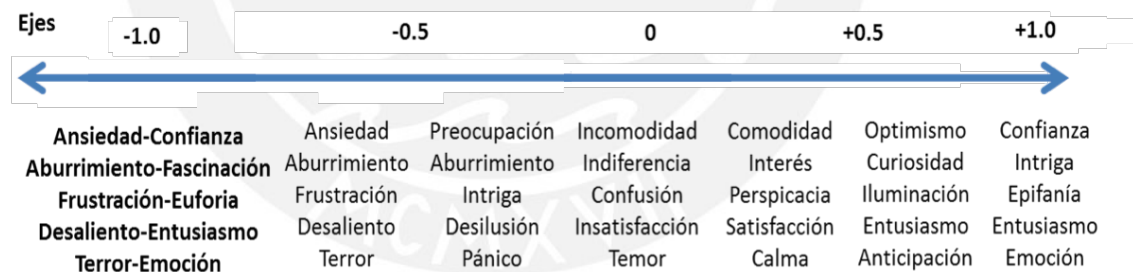


Figura 2: Grupos de emociones posiblemente relevantes para el aprendizaje.

Figurada adaptada de (Kort et al., 2001)

Por último, en (Feidakis, Daradoumis, Caballé, et al., 2013) se desarrolla un modelo, el cual podemos apreciar en la Figura 4. En este modelo, se toma en cuenta la característica de activación mencionada anteriormente pero como un rango, al igual que los valores negativo y positivo, de esta manera se evalúan 14 estados emocionales (inspirado, emocionado, interesado, relajado, curioso, confundido, ansioso, avergonzado, indiferente, aburrido, cansado, desesperado, molesto y neutral). También se toma en cuenta el estado anímico de la persona en un rango

(triste, infeliz, neutral, feliz y muy feliz). Por ejemplo, la curiosidad tiene el mismo nivel de activación que la ansiedad, pero con valor negativo. Por tanto, es más alta la probabilidad de pasar de la curiosidad a la emoción mientras que desde la ansiedad a la ira.



Figura 3: Modelo Cíclico de Aprendizaje. Figura adaptada de (Kort et al., 2001)

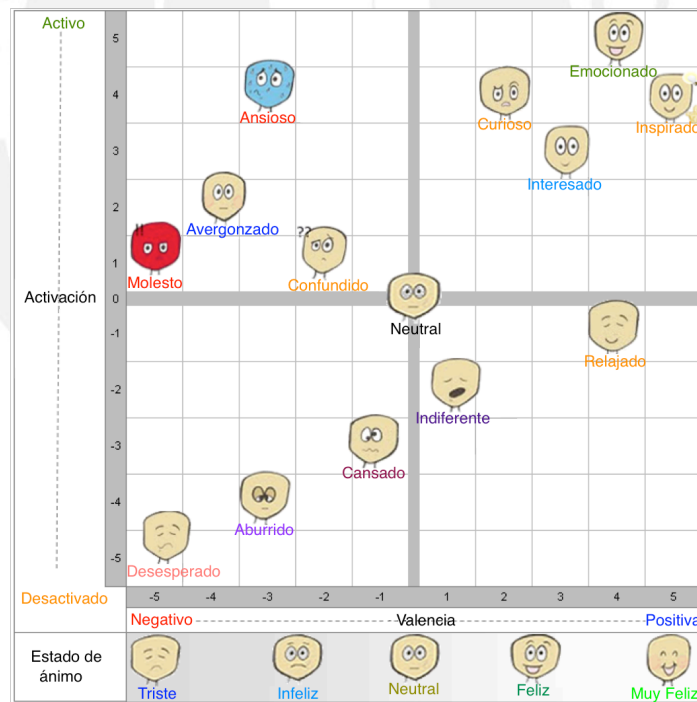


Figura 4: Modelo de emociones de Feidakis. Figura adaptada de (Feidakis et al., 2013)

1.2 Plataformas Educativas Virtuales (*e-Learning Systems*)

1.2.1 *El inicio del término e-Learning y su evolución*

En su definición básica, los sistemas de *e-Learning* se traducen como sistemas de aprendizaje a distancia vía materiales alojados en la Web y vía servicios de Internet (Kechaou et al., 2011). En sus inicios los sistemas de *e-Learning*, eran repositorios muy básicos con documentos de aprendizaje simples que eran accedidos vía Web, pero actualmente han pasado a ser ambientes de aprendizaje que incluyen herramientas sofisticadas como simuladores pedagógicos o facilidades de comunicación compleja, habilitando diferentes enfoques educacionales y métodos como “aprender haciendo” o “aprendizaje colaborativo” (Song et al., 2007).

Actualmente un sistema de *e-Learning* es definido como una plataforma virtual abierta con recursos de aprendizaje multimedia y digitalizados, la cual es una segunda aula de clase para la educación continua y la adquisición de conocimiento (Tian et al., 2014). Incluso puede definirse como un tipo de educación, donde los estudiantes trabajan desde sus hogares y se comunican con sus profesores o tutores y con otros estudiantes, ya sea por correo electrónico, foros, videoconferencias, salones de *chat*, anuncios, entre otras comunicaciones basadas en computadora.

La razón por la cual corporaciones e instituciones educativas han tomado cada vez más interés en las plataformas educativas virtuales (*e-Learning systems*) es por las facilidades que ofrece, principalmente la gran cantidad de información, la interactividad y la flexibilidad de espacio y tiempo; aunque también ha tenido que lidiar con las contradicciones de las necesidades sociales y las inadecuadas fuentes de educación (Song et al., 2007).

1.2.2 *Características*

En (Kechaou et al., 2011) el autor define ciertas condiciones que un sistema de *e-Learning* debe cumplir si pretende ser exitoso: i) flexibilidad, lo cual permite al sistema adaptarse a las capacidades y metas de cada usuario; ii) facilidad de uso; iii) interactividad; y iv) tener una infraestructura sólida, pues se debe proveer a los estudiantes un fácil y rápido acceso al sistema.

Muchas universidades han aplicado comunicación electrónica para las plataformas virtuales educativas (*e-Learning systems*) para habilitar a las personas a aprender en

cualquier momento y en cualquier lugar, así como también la entrega oportuna de información, provee métodos para la construcción de nuevo conocimiento y habilidades para el logro de los objetivos de aprendizaje individuales y a mejorar el rendimiento del estudiante (Charoenpit & Ohkura, 2013). A pesar de esto, hay muchos problemas con los cuales lidiar, como la participación de compañeros en discusiones en línea, las reacciones emocionales a una tarea dada y las opiniones de los usuarios y las evaluaciones de los servicios. En conclusión, el problema radica en la desconocimiento de los sentimientos de los alumnos en cuanto a la educación recibida en el ambiente *e-Learning* (Binali & Potdar, 2009).

En los sistemas de *e-Learning*, las emociones son importantes durante el aprendizaje en dos formas. Primero, las emociones impactan en el aprendizaje e influyen en la habilidad de procesar la información y para interpretarla. Segundo, porque aprender a manejar los sentimientos y relaciones significa formar una inteligencia emocional, inteligencia que lleva a una persona a ser exitosa (Charoenpit & Ohkura, 2013).

1.2.3 Sistemas *e-Learning* Adaptativos

Los sistemas tradicionales de *e-Learning* se centran en el contenido y fallan considerando al usuario final. Es así como aparece la necesidad de adaptar los sistemas de *e-Learning* al estilo de aprendizaje del usuario estudiante (Firte, Bratu, & Cenan, 2009). Los sistemas adaptativos almacenan las metas logradas por el usuario, y son capaces de adaptarse a ellos guardando sus preferencias. Luego de clasificar al usuario, presenta la información de manera adecuada.

Un sistema de *e-Learning* es considerado adaptativo si es capaz de: i) monitorear las actividades de sus usuarios, ii) interpretar estos sobre la base de modelos específicos de dominio, iii) inferir los requerimientos y preferencias de las actividades interpretadas (representarlos apropiadamente en modelos asociados) y iv) actuar sobre el conocimiento disponible de sus usuarios sobre un tema específico para facilitar la dinámica del proceso de aprendizaje (Paramythis & Loidl-reisinger, 2004). El término de adaptabilidad debe ser diferenciado de “configurabilidad”, “flexibilidad” y “extensibilidad” o el soporte del mapeo en forma inteligente entre los medio de comunicación disponibles (redes sociales) y características de los dispositivos de acceso.

1.3 Conclusiones

Siendo los sistemas *e-Learning* capaces de romper con las barreras del tiempo y del espacio, y, tomando en cuenta la educación personalizada y el importante papel que cumplen las emociones en ella, se entiende que la situación que atraviesa la educación en nuestro país puede resolverse impartiendo una educación didáctica y orientada a los alumnos utilizando las tecnologías que se ofrecen en la actualidad. Si bien, los sistemas *e-Learning* pueden no soportar una educación personalizada inicialmente, pueden adaptarse a esta modalidad por medio de un análisis de emociones.

Por lo mencionado anteriormente, se concluye que los términos expuestos en el presente marco, ayudarán a tener una comprensión clara de la problemática del proyecto.

2 Estado del arte

El tema del análisis de sentimiento (*Opinion Mining* o *Sentiment Analysis*) es utilizado en muchas áreas, pero en esta sección se darán a conocer investigaciones, productos y proyectos que estén relacionados solamente con la educación y más precisamente con sistemas *e-Learning*. El principal objetivo de la presente revisión es dar a conocer al lector el estado actual del tema del presente proyecto, esto, a través de la presentación de los avances en los que se han tomado los temas de Análisis de Sentimiento y en Educación, poniéndose especial énfasis en los sistemas *e-Learning*.

2.1 Método usado en la revisión del estado del arte

El método usado en la revisión del estado del arte es la revisión sistemática. Los estudios individuales que contribuyen para una revisión sistemática son llamados de estudios primarios. La revisión sistemática es una forma de estudio secundario. Las revisiones sistemáticas difieren de las usadas tradicionalmente a través de la adopción de un proceso replicable, científico y transparente (Kitchenham, 2004).

2.1.1 Formulación de la pregunta

El tema que se pretendió abordar para la revisión sistemática fue el reconocimiento de emociones (*Opinion Mining* o *Sentiment Analysis*) utilizando algoritmos de

minería de datos en plataformas educativas virtuales (*e-Learning systems*, *Intelligent Tutoring systems*) con el fin de soportar una educación personalizada a los alumnos.

El objetivo fue analizar trabajos relacionados al reconocimiento de emociones utilizando algoritmos de minería de datos.

Cada alumno posee un perfil distinto y responde de diferentes maneras a los ejercicios, lo cual debería considerarse en el proceso pedagógico. Por lo tanto, se desea encontrar plataformas que hayan empleado reconocimiento de perfiles y estudiar cómo lo han realizado. Para lograr el objetivo propuesto, se formuló la siguiente pregunta: **¿De qué manera el Análisis de Sentimiento ha sido aplicado en plataformas educativas virtuales y con qué finalidad?**

Luego de plantear la pregunta, se decidió emplear las siguientes palabras clave (las que aparecen en la misma viñeta son consideradas sinónimos).

- *Sentiment Analysis*, *Opinion Mining*, *Emotion Detection*
- *e-Learning Systems*, *Computer Education*, *Educational Platform*
- *Education*

Las fuentes bibliográficas estudiadas están asociadas a las plataformas educativas virtuales o sistemas en general que apliquen análisis de sentimiento e incluyan el tema de educación.

2.1.2 Selección de fuentes

Sólo se consideraron bases de datos online, las cuales fueron: *ACM Digital Library*, *IEEE Xplore* y *Scopus Database*. La búsqueda fue manual, para lo cual se planteó la siguiente cadena de búsqueda:

(“Sentiment Analysis” OR “Opinion Mining” OR “Emotion Detection”) AND (“e-Learning Systems” OR “Computer Education” OR “Educational Platform”) AND Education

2.1.3 Selección de estudios

Se realizó la revisión sistemática utilizando la cadena de búsqueda antes mencionada el día 19 de marzo del 2015 (ver resultados en la Tabla 7).

Tabla 7: Resultados de la Revisión Sistemática del Estado del Arte

Base de datos	<i>ACM Digital Library</i>	<i>IEEE Xplore</i>	<i>Scopus</i>
Nº de resultados	12	34	38
Nº de artículos relevantes	4	15	8
Nº de estudios que utilizan signos biológicos	0	2	0
Nº de estudios que utilizan texto	0	5	1
Nº de estudios que utilizan expresiones faciales	4	8	7

Los estudios fueron clasificados para dar una perspectiva más clara al lector acerca de las soluciones que se han planteado para el reconocimiento de emociones. Se diferenciarán en solamente tres tipos de acuerdo la manera en que recuperan información. Por un lado, un grupo de artículos refieren el análisis de sentimiento mediante signos biológicos (Tipo 1), otro grupo mediante expresiones faciales (Tipo 2) y otro grupo mediante texto (Tipo 3). A continuación, se desarrollarán los tipos en las siguientes secciones.

2.2 Uso de señales biológicas para el análisis de sentimiento

En (Charoenpit & Ohkura, 2013) se propone un sistema *e-Learning* que usa signos biológicos para detectar las emociones que afectan a los estudiantes durante clases. Integra también sensores biológicos para medir, detectar y analizar las emociones del usuario; entre esos sensores se incluyen electroencefalograma que presenta la actividad cerebral, electrocardiograma que mide la actividad eléctrica del corazón y otro sensor que se encarga del movimiento de los ojos.

2.3 Uso de expresiones faciales para el análisis de sentimiento

El uso de cámaras para detectar expresiones faciales y posturas, es un método menos intrusivo para el aprendizaje. Por ello, se han encontrado varios estudios que usan este método para realizar el análisis de sentimiento.

En (Y. Liu & Wang, 2009) se expone cómo puede aplicarse la extracción de características faciales para un sistema educativo. A partir de la ubicación del rostro del estudiante, se calcula el área facial y se extraen las características faciales de la expresión del estudiante. Detectando el rostro, es posible saber el grado de atención del estudiante. Si el área del rostro se reduce, se está perdiendo el interés, por el contrario, si aumenta, se está prestando atención (ver Figura 5). El sistema plantea que, en el caso que el alumno pierda el interés, se le debe animar para que siga aprendiendo y, en el caso que tenga interés, se le debe elogiar para que no lo pierda.

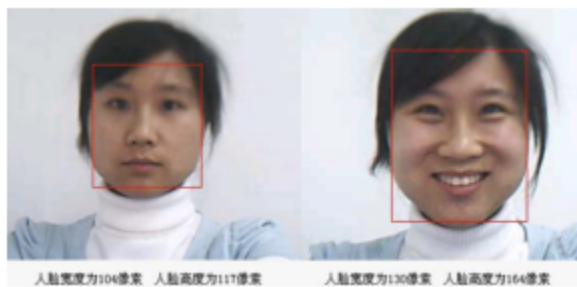


Figura 5: Resultado de la detección de rostro (Y. Liu & Wang, 2009)

Lo mismo se ve en el estudio de (Y. Liu et al., 2010) y en (S. Liu & Wang, 2010), pero utilizando diferentes algoritmos.

Por otro lado, en (Happy et al., 2013) se toma en cuenta mayormente la expresión de los ojos, usando PERCLOS (*PERcentage CLOSure of eye*) y parámetros sacádicos (movimientos rápidos del ojo). En otro estudio, (Ray & Chakrabarti, 2012), se usan puntos faciales por medio de una cámara de mayor calidad para detectar zonas en el rostro y traducirlas en vectores. La idea es clasificar los datos inicialmente y luego poder predecir las emociones del estudiante.

Por último, en otro estudio se propone utilizar un dispositivo *Kinect* (sensor de movimiento disponible para Xbox y para Windows). En este caso, se propone reunir información de 40 alumnos de ambos sexos, estudiando por tiempo prolongado en frente a computadoras para tener una base de datos lista. La información está en secuencias de datos que posteriormente son clasificadas para obtener las emociones del alumno (Vermun et al., 2013).

2.4 Uso de texto para el análisis de sentimiento

El último tipo refiere al análisis de texto. Se encontró gran cantidad de estudios referidos al análisis de sentimiento en texto para sistemas *e-Learning*. Es, finalmente, en estos estudios en los que se basará el proyecto de fin de carrera.

2.4.1 Herramientas para el aprendizaje en ambientes de programación

En (Iepsen et al., 2013) se desarrolló una herramienta para la captura de variables conductuales de los alumnos mientras trabajaban en ejercicios de algoritmos. Mientras se escribe y se prueba un algoritmo, se interactúa con la computadora cientos de veces. Esta herramienta guarda todas estas interacciones para usarlas posteriormente en el análisis de la frustración del estudiante. A parte de tener los botones comunes de un ambiente de programación común, la herramienta posee un botón que dice “Estoy frustrado”. Así se puede guardar la información de cuántas veces se presiona el botón “Correr” que prueba el algoritmo y de éstas veces cuántas veces ha sido sin éxito. Luego, usando el software de *Data Mining WizRule* se obtuvieron ciertas reglas.

Finalmente, para soportar el proceso de aprendizaje para los alumnos que han demostrado signos de frustración, se agregaron los siguientes botones de opción:

- Tutorial paso a paso con la solución del ejercicio.
- Recomendación de un nuevo ejercicio, previamente agregado por el profesor, con una dificultad menor.

Con esto se mejora la calidad de aprendizaje del estudiante.

Por otro lado, en (Cummins, Burd, & Hatch, 2010) se estudia la posibilidad de usar un análisis de sentimiento automatizado con *tags* de recomendaciones. El sistema de *tags* es SWATT (*Software Assessment through Tagging System*), el prototipo usado para el estudio es un *web service* desarrollado en PHP. Luego se creó un *plugin* para que funcionara con eclipse. Después, como herramienta para el análisis de sentimiento automatizado se pretende usar NaCTeM (*National Centre for Text Mining*). Por último, concluye que la herramienta NaCTeM puede ser usada como un método de generación de datos de sentimientos de los *tags* de recomendaciones de SWATT, de esta manera los *tags* de recomendaciones se vuelven útiles para el aprendizaje.

2.4.2 *Un modelo que toma emociones por medio de formularios*

En (Iovane, Salerno, Giordano, Ingenito, & Mangione, 2012) se propone un modelo que maneje las emociones de los alumnos en un contexto virtual. Este modelo se desarrolla por medio de formularios y por cada respuesta dada se dará un valor de -1 si el sentimiento es positivo (confianza, interés, emoción), 0 si es neutral y 1 si es negativo (ansiedad, desinterés, indiferencia, frustración), luego se analiza el resultado matemáticamente. Previamente a este proceso se han identificado los sentimientos de las respuestas que forman parte del formulario, así se definen los sentimientos positivos, neutrales y negativos

2.4.3 *Reconocimiento de las opiniones de los usuarios*

En (Song et al., 2007) se propone utilizar *Opinion Mining*, para el análisis de opiniones de alumnos en un sistema *e-Learning*. *Opinion Mining* es un campo de la lingüística computacional que se preocupa no con tema del documento sino con la opinión que expresa. Tiene dos partes: la extracción de opinión y el análisis de sentimiento. En este caso se propone usar tuplas de la siguiente manera: <Tema, Contenido, Término>, pero primero se tienen que identificar las expresiones, para esto emplea *Conditional Random Fields* (CRF) que son modelos estadísticos sin supervisión, basados en diccionario especiales para *taggear* las expresiones. Luego, para el análisis de sentimiento, se traducen estas tuplas en números con valencias de acuerdo al sentimiento. Para este caso se usan diccionarios de sentimientos. También en el estudio de (Binali & Potdar, 2009) se quiere utilizar las opiniones de los alumnos, pero en este caso se utiliza el GATE (*General Text and Language Engineering Infrastructure*), esta herramienta contiene un separador de palabras, un tokenizador, un nomenclador y un taggeador. En otro estudio, se utiliza un clasificador estadístico entrenado el cual se debe implementar previamente (Kechaou et al., 2011). En (Altrabsheh, Cocea, & Fallahkhair, 2014) se plantea a las SVM (Máquina de soporte vectorial) como las que tienen un mayor grado de exactitud.

En (Yang, Liu, Liu, Min, & Meng, 2014) también se analizan opiniones de alumnos en sistemas *e-Learning*, pero se propone utilizar un método semi supervisado llamado AMVS (*Adaptive Multi-View Selection*) para reconocimiento de emociones en texto. AMVS selecciona automáticamente características para formar múltiples

vistas discriminativas, lo cual ayuda a ganar más coherencia que un método aleatorio.

2.4.4 La aplicación en las redes sociales

Un grupo de artículos se basan en las redes sociales, de las cuales obtienen información para realizar el análisis de sentimientos. En (Martín, Ortigosa, & Carro, 2012) y en (Ortigosa et al., 2014) los autores utilizan SentBuk (SENTiment faceBUK) para obtener la información de los muros de Facebook y, por medio de un clasificador previamente desarrollado que asigna números a las emociones, se obtiene un reporte gráfico inclusive de los mismos. Esta información puede servir como data inicial para programas como CoMoLe (*Context-based adaptive e-Learning Environments*), el cual soporta recomendaciones basadas en las necesidades del estudiante y la realización de actividades dinámicas para los estudiantes. CoMoLe guarda toda la información de los usuarios en el modelo de usuario con el propósito de las recomendaciones. Los artículos (Batool, Khattak, Maqbool, & Lee, 2013; Fiaidhi, Mohammed, Mohammed, Fong, & Kim, 2012; Hauff et al., 2012) refieren a la red social Twiter, para la extracción de datos se usa *Archivist*, un servicio que usa la API de búsqueda en Twitter para encontrar y archivar *tweets*. Para la extracción de palabras clave, entidades y sentimientos se usa la API *Alchamy*, de esta manera se utiliza la tecnología de procesamiento de lenguaje natural.

2.4.5 Usando un chat como fuente de información

Tanto en (Tian, Zheng, Zhao, Chen, & Jia, 2009) como en (Tian et al., 2014) los autores proponen un *chat* del cual se extrae la información a ser analizada. Se define un modelo que categoriza las emociones en los alumnos, luego para extraer las emociones de las sentencias, se utiliza un método basado en reglas, en donde las palabras afectivas, los rasgos en la sintaxis y reglas informáticas se reconocen. Luego se pasa a la clasificación, la cual realizan utilizando árboles de decisión.

2.4.6 Herramientas que permiten responder afectivamente

En (Feidakis, Daradoumis, Caballé, et al., 2013; Feidakis, Daradoumis, Caballe, & Conesa, 2013; Feidakis & Daradoumis, 2012) los autores proponen responder afectivamente a las emociones de los estudiantes en ambientes *e-Learning*. Se

empieza por definir un modelo de emociones durante el aprendizaje (ver Figura 4), para reportar las emociones se implementó una herramienta llamada Emot-control, la cual, en su última versión, no incluye etiquetas de texto para hacerla libre de lenguaje (ver Figura 6). Luego, para el análisis de emociones se diseñó un sistema que automáticamente detecta fragmentos de texto en los cuales una opinión o sentimiento es expresada(o). El sistema se enfoca en detectar sentimiento y opinión de un usuario en foros o wikis. Se usó un diccionario afectivo creado manualmente con las expresiones emocionales más comunes cuando se emite una opinión, como por ejemplo “creo”, “mejor” o “entiendo”. Este método ofrece mayor nivel de precisión pues sólo contiene palabras cuidadosamente seleccionadas por un grupo de expertos. Para ampliar el diccionario, se utilizó conocimiento léxico – semántico como *WordNet* y recursos multilingüísticos como *FreeLing*. Luego de estar listo el diccionario se pueden detectar las emociones del usuario por medio de la comparación. Cada palabra en el diccionario está relacionada con una emoción, entonces si se menciona alguna palabra determinada o su expansión en el texto, se podrá saber la emoción a la cual está relacionada. Finalmente, para responder afectivamente, es decir, tomando en cuenta las emociones del usuario, se desarrolló un agente animado virtual que emplea diálogo para proveer una respuesta o sugerencia (*Feedback*) al usuario. El agente usa síntesis de discurso y basado en la data inicial proveída por el usuario, responde de manera empática, de acuerdo a una tabla *Fuzzy*.

En (Daradoumis et al., 2013) también se propone un modelo para responder afectivamente a las emociones del usuario. Para detectar y presentar los comportamientos afectivos que los estudiantes muestran en sus interacciones con espacios virtuales de una manera no intrusiva y no obtrusiva, se aplicó una extensión de RST (*Rhetorical Structure Theory*) y análisis de sentimiento (*Sentiment Analysis*) tomando también el factor tiempo en cuenta. Basándose en estas técnicas, se puede determinar por cuánto tiempo un estudiante permanece en un estado negativo y luego se pueden buscar los factores que lo causaron. El análisis del estado emocional también toma en cuenta el contexto en el cual el aprendizaje ocurre, entonces se usan ontologías como una aproximación computacional para representar este contexto.



Figura 6: Emot-control v4 (Feidakis et al., 2013)

2.5 Conclusiones sobre el estado del arte

Luego de realizada la revisión del estado del arte, se aprecia que el tema de *e-Learning* aplicando análisis de sentimiento para personalizar la educación es un tema que ha despertado interés en los últimos años. Si bien es cierto que el uso de la tecnología ha cambiado nuestras vidas, en Perú, el ámbito de la educación parece no haber aprovechado correctamente este nuevo campo. Existen sistemas que actualmente han sido desarrollados para implementar el análisis de sentimiento para tomar en cuenta el perfil del alumno y así poder manejar los diferentes estados anímicos que vienen junto con el proceso pedagógico (frustración, entusiasmo, sorpresa, etc.). También existen muchas propuestas de modelos y casos de estudio en los que se han aplicado el análisis de sentimiento para mejorar la educación en sistemas *e-Learning*. Es importante resaltar que, incluso las redes sociales, pueden servir como *input* inicial para los sistemas *e-Learning*, teniendo con esto, todo un campo de estudio amplio para analizar.

A partir de los resultados, se concluye que, debido al alto interés en el tema de análisis de sentimientos en sistemas *e-Learning*, con la alternativa de solución que el presente proyecto propone, se dará un aporte a la investigación de análisis de sentimientos en sistemas de *e-Learning* y, a la vez, se apoyará a mejorar la calidad de la educación de nuestro país a través de una herramienta innovadora.

CAPÍTULO 3: Captura de las respuestas del alumno de educación primaria por un medio dinámico que facilite la comunicación entre la herramienta de detección de emociones y el alumno

En el presente capítulo, se profundizará sobre el Objetivo Específico 1. En este se desarrollará la herramienta, la cual podrá capturar el texto ingresado por el alumno, procesar la información y responder. A su vez, se todos los puntos que se consideraron para lograr un correcto funcionamiento de la herramienta. En cada apartado se mostrarán uno a uno resultados alcanzados.

1 Descripción de la arquitectura del *framework* utilizado

En esta sección se describirá el *framework* a utilizarse. Es de importancia conocer el funcionamiento y la estructura básica del mismo pues, de esta forma, se implementará el módulo. Se explicará a continuación la estructura de carpetas que es donde radica la estructura básica mencionada, asimismo, el funcionamiento sigue el patrón de arquitectura de software Modelo-Vista-Controlador

Laravel es un *framework* para aplicaciones web con sintaxis expresiva que facilita las tareas comunes utilizadas en la mayoría de los proyectos Web, como la autenticación, enrutamiento, sesiones y almacenamiento en caché (Laravel, 2013). Permite el manejo integral del proyecto Web, desde los servicios hasta la base de datos.

1.1 Estructura de Carpetas

La estructura por defecto de una aplicación de Laravel (ver Figura 7) presenta las siguientes carpetas en su directorio raíz:

Tabla 8: Contenido de Laravel en el directorio raíz (CD, 2013).

Carpeta	Contenido
<i>app</i>	Contiene el <i>core</i> del código de la aplicación.
<i>bootstrap</i>	Contiene algunos archivos para inicializar el <i>framework</i> así como configurar la carga de las clases necesarias para su funcionamiento.

<i>config</i>	Contiene todos los archivos de configuración de la aplicación.
<i>database</i>	Contiene las migraciones y las clases de poblado de la base de datos. Una clase poblada sirve para cargar datos por defecto en la base de datos, datos necesarios para el funcionamiento de la aplicación.
<i>public</i>	Contiene el controlador de la parte pública así como sus archivos estáticos (Imágenes, JavaScript, CSS, etc.).
<i>resources</i>	Contiene las vistas, imágenes y demás recursos utilizados por la aplicación.
<i>storage</i>	Contiene plantillas compiladas de Blade, sesiones basadas en archivos, archivos de caché y otros archivos generados por el <i>framework</i> .
<i>tests</i>	Contiene tests automatizados.

```

app
  Commands
  Console
  Events
  Exceptions
  Handlers
    Commands
    Events
  Http
    Controllers
    Middleware
    Requests
  Providers
  Services
bootstrap
config
database
  migrations
  seeds
public
  package
resources
  lang
  views
storage
  cache
  logs
  meta
  sessions
  views
work
tests
    
```

Figura 7: Estructura de carpetas de Laravel

El directorio *app* contiene una variedad de directorios adicionales. Los directorios *Console* y *Http* son proveedores al *core* de la aplicación. El directorio *Console* contiene todos los comandos ejecutables de *Artisan* que es la interfaz de línea de comandos que viene incluida en Laravel, mientras el directorio *Http* contiene los controladores, filtros y peticiones.

El directorio *Commands* alberga los comandos de la aplicación. Los comandos representan tareas que pueden formar parte de una cola de ejecución en la aplicación, también tareas que se pueden ejecutar sincrónicamente con la ejecución de la petición actual. El directorio *Events*, almacena clases de eventos. El directorio *Handlers* contiene las clases controladoras para ambos, comandos y eventos. *Handlers* recibe un comando o un evento y ejecuta lógica en respuesta a ese comando o evento lanzado.

El directorio *Services* contiene varios servicios auxiliares que la aplicación necesita para funcionar. El directorio *Exceptions* contiene el controlador de excepciones de la aplicación y es en este directorio donde se ubican las excepciones lanzadas por la aplicación.

1.2 Modelo Vista Controlador (MVC)

Laravel sigue el patrón de arquitectura de software MVC, el cual separa los datos y la lógica del negocio de un aplicación de la interfaz de usuario y el módulo encargado de gestionar eventos y comunicaciones (CD, 2013). En el presente proyecto se utilizará el patrón MVC, en el directorio *app/* se ubicará el modelo, en el subdirectorio *app/Http/Controllers* se ubicarán los controladores y en *resources/views* se ubicarán las vistas. De esta manera, el módulo podrá estructurarse correctamente respetando un patrón de arquitectura.

Hay tres componentes:

- El **modelo** - Es el dominio sobre el cual la aplicación está construida. Los modelos están basados en la vida real, se puede incluir dentro de un modelo a una persona, una cuenta bancaria o un producto. Los modelos son permanentes y se guardan en bases de datos comúnmente. Un modelo es algo más que sólo datos; hace cumplir todas las reglas de negocio que se aplican a esos datos. El modelo actúa como un controlador de acceso y un almacén de datos.

- La **vista** – Es la representación visual de un modelo, dado algún contexto. Usualmente es el resultado de lo que el *framework* devuelve al browser como las representaciones HTML. Aunque la vista puede presentar al usuario varias formas de introducir datos, la vista en sí nunca maneja los datos entrantes. El trabajo de la vista se realiza una vez se muestran los datos.
- El **controlador** – Es el coordinador que proporciona el enlace entre la vista y el modelo. El controlador se encarga de procesar la entrada, la cual actúa sobre el modelo, y decidir sobre las medidas que se deben realizar, como la prestación de una vista o la redirección a otra página.

1.3 Componentes de Laravel

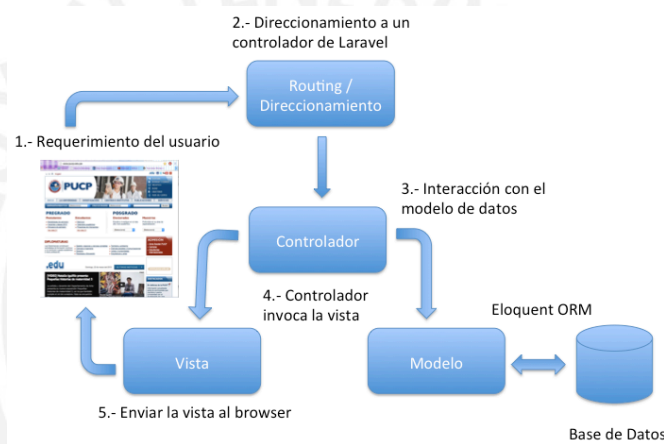


Figura 8: Interacción de componentes de Laravel. Adaptado de (CD, 2013)

Cuando se interactúa con una aplicación de Laravel, el usuario envía un requerimiento mediante el *browser*, el cual es recibido por un servidor web y enviado al mecanismo de direccionamiento de Laravel. El mecanismo recibe el requerimiento y lo redirecciona a la método de la clase del controlador apropiado basado en el patrón URL, aquí la clase toma el control. En algunos casos, el controlador inmediatamente envía a una vista al browser, pero en el caso de sitios dinámicos el controlador interactúa con el modelo, el cual se encarga de comunicarse con la base de datos mediante el ORM *Eloquent*. Luego de invocar el modelo, se envía la vista y retorna una página web en el *browser*.

2 Descripción de los prototipos del módulo

En esta sección se describirá el diseño de pantallas del módulo, indicando las generalidades y navegabilidad así como la descripción de las interfaces.

2.1 Principios generales

El módulo contará con dos tipos de accesos, los cuales diferenciarán sus funciones y permisos:

- Usuario alumno, el cual interactuará con el módulo mediante el *chat*, ingresando sus datos inicialmente.
- Usuario profesor, el cual podrá ver el reporte de sus alumnos.

En cuanto a la navegación (ver Figura 9), se mostrará en primer lugar un inicio de sesión, el cual servirá para poder acceder al módulo en primera instancia, mayormente para diferenciar del rol de alumno al del profesor. Se puede registrar un nuevo usuario de tipo alumno, pero esto solo lo podrá realizar el profesor brindando seguridad al módulo.

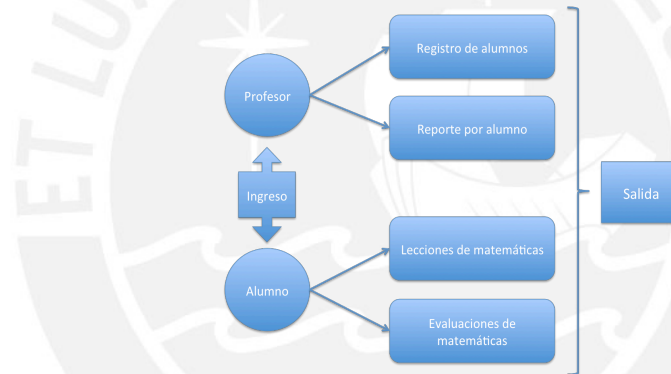


Figura 9: Esquema de pantallas

2.2 Prototipo de pantallas

2.2.1 Pantalla de Inicio de Sesión

La primera pantalla sirve para iniciar sesión, es la primera interacción que se tendrá con el módulo. Este paso sirve para diferenciar los tipos de usuario. Si el usuario es un alumno, pasará a la pantalla del *chat* y si es profesor a una pantalla de bienvenida. Este inicio de sesión es importante para diferenciar a los alumnos, y más aún a los profesores que están a cargo de esos alumnos, por esto se recomienda que el alumno tenga una asesoría adecuada al momento de iniciar sesión. Tanto padre como maestros tendrán la responsabilidad de iniciar la sesión de los alumnos a evaluar.

2.2.2 Pantalla de Chat (Lecciones y Evaluaciones)

La Pantalla del *Chat* será la misma para las “lecciones” y las “evaluaciones”, lo que cambiará será el contenido de la conversación. Esta pantalla dividida en dos partes, la primera es la ventana de mensajes del *chat* (ver Figura 11), que es donde se mostrará la autonomía del módulo para guiar al alumno a través de las lecciones o las evaluaciones. El alumno en primera instancia podrá elegir entre las opciones que le ofrezca el módulo. La segunda parte es la de ingreso de texto por parte del alumno para responder a las opciones del módulo (ver Figura 12).



Figura 10: Pantalla de Inicio de Sesión

Robot ¡Hola! Bienvenido, te ayudaré a practicar el curso de matemáticas. ¿Qué tema deseas practicar? Puedes elegir entre Fracciones, Sumas, Multiplicaciones o Divisiones.

Alumno Quisiera practicar Sumas.

Robot Necesitas una lección primero o prefieres ejercicios?

Alumno Quisiera una lección primero.

Figura 11: Conversación en el módulo

hola

Figura 12: Ingreso de texto por parte del alumno

2.2.3 Pantalla de bienvenida al profesor

Esta pantalla es un simple vínculo para las opciones que manejará el profesor. Se redireccionará después de que un usuario profesor inicie sesión (ver Figura 13).

BIENVENIDO PROFESOR

En este módulo se le brindarán opciones para poder dar seguimiento al desarrollo de sus alumnos en su proceso pedagógico al momento de recibir lecciones y evaluaciones complementarias en el curso de Matemáticas. A su vez, podrá también brindar acceso a más alumnos al módulo.

Se espera que el módulo sirva para mejorar la calidad y el desempeño del proceso pedagógico.




Figura 13: Pantalla de bienvenida al profesor

2.2.4 Pantalla de mantenimiento de Alumnos

En esta pantalla el profesor podrá visualizar un cuadro con los alumnos que haya registrado bajo su dominio y a la vez podrá darles mantenimiento (agregar, editar, eliminar) de ser necesario (ver Figura 14).

En esta misma instancia se podrán abrir ventanas para agregar o editar un alumno, que básicamente tendrán el mismo prototipo (ver Figura 15).


LISTADO DE ALUMNOS
+




Nombre	Apellido Paterno	Apellido Materno	Edad	Opciones
Maríel	Zúñiga	Soto	9	 
Lilian	Sánchez	Garay	8	 

Figura 14: Pantalla de Mantenimiento de Alumnos

+ Registro de Alumno:

Nombres:

Apellidos:

Edad:

Grado:

Género:

Registrar

Figura 15: Pantalla de Registro de Alumno

2.2.5 Reporte de Desempeño

Por último tenemos la pantalla de reportes por alumno. Esta parte tiene importancia debido a que permite al profesor dar seguimiento al desempeño del alumno durante el proceso pedagógico y, así, poder tomar acciones para apoyarlo. Se piensa que solo se podrá dar un seguimiento mensual en primer lugar (ver Figura 16).



Seleccione un alumno:

Mariel Zúñiga Soto
Lilian Sánchez Garay

Seleccione un rango de fechas:

Fecha Inicio: 01/03/2015

Fecha Fin: 04/05/2015

Imprimir Reporte

Figura 16: Pantalla de Reportes

3 Componente de captura y procesamiento de texto

En esta sección se describirá el componente creado, el cual es un *chat* interactivo que permite capturar el texto ingresado por el alumno, procesarlo y responder.

3.1 Descripción del *chat*

Se desarrolló el *chat* interactivo utilizando como herramienta el framework Laravel, el cual ya ha sido analizado. Para esto se creó una base de datos, la cual incluye el inicio de sesión para el direccionamiento tanto de alumnos como de profesores. El proyecto ha sido dividido en dos partes: i) la parte de evaluaciones y lecciones de matemáticas, y; ii) el análisis de sentimientos y detección de la frustración. Se ha diseñado el modelo E/R mostrado en la Figura 17. Los temas, lecciones y evaluaciones pueden verse en la Tabla 9.

Tabla 9: Temas, lecciones y evaluaciones del módulo *Chat*

Temas	Lecciones	Evaluaciones
Adiciones y Sustracciones	Para comenzar	Sumas
	Propiedades Conmutativa y Asociativa	-
	Operaciones Combinadas	Operaciones combinadas
Multiplicación	Para Comenzar	Multiplicaciones
	Multiplicación por 2; 3; 4 y 5	Propiedades de la multiplicación
	Propiedades de la multiplicación	-
División	Para Comenzar	Divisiones
	División exacta	-
	División inexacta	-

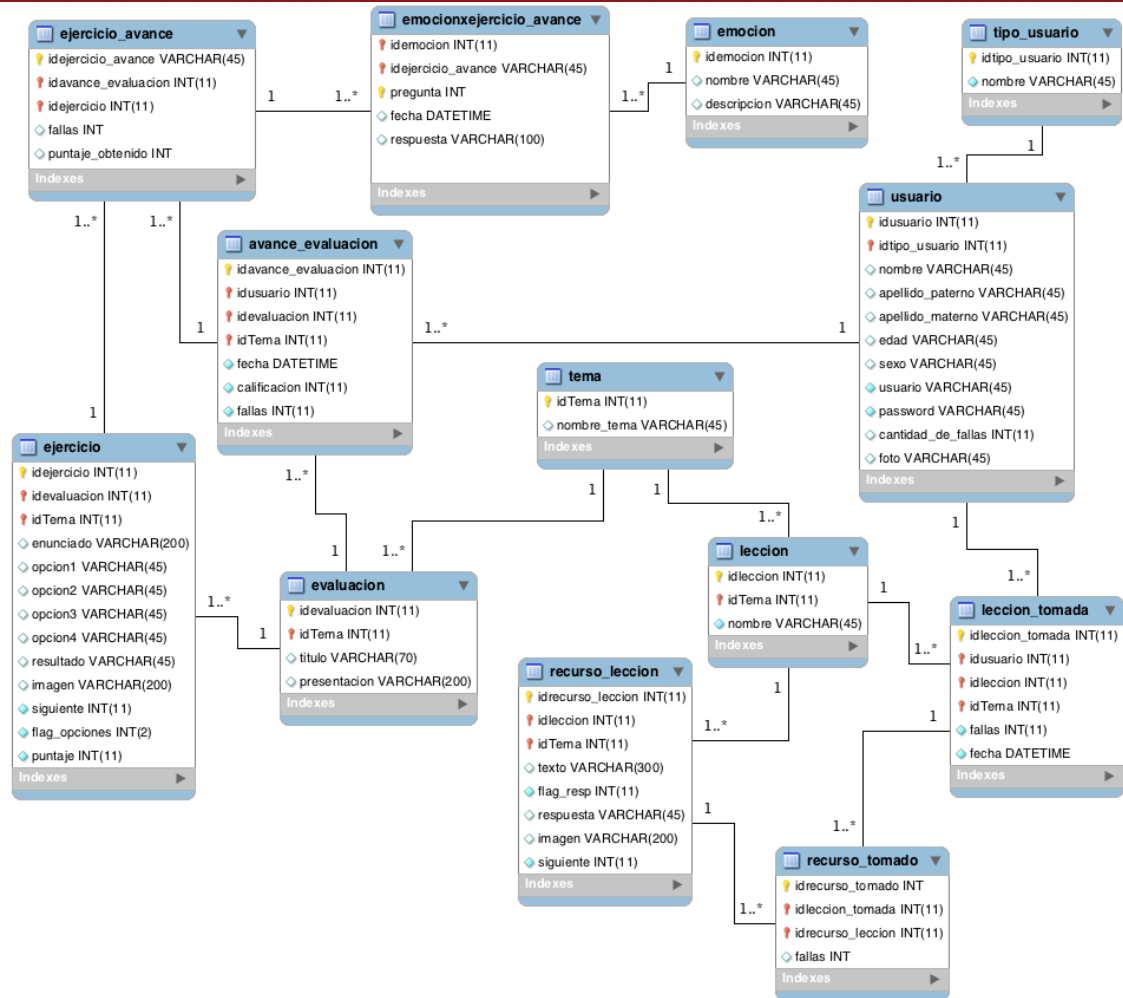


Figura 17: Modelo E/R para evaluaciones

3.2 Descripción del Modelo E/R


En el modelo, se incluyen dos tablas para el manejo de la seguridad en el módulo (**usuario** y **tipo_usuario**) las cuales manejan los usuarios que tienen acceso al mismo y el permiso que poseen al acceder. Luego, para las lecciones y evaluaciones, existe una tabla **Tema**, cada tema mencionado en la Tabla 9 se encuentra en esta tabla. Para almacenar las lecciones se encuentra la tabla **leccion** y en el caso de las evaluaciones se encuentra la tabla **evaluación**. Para el desarrollo del flujo de las lecciones se creó la tabla **recurso_leccion**, en ella se encuentra cada texto que se le envía al alumno en el *chat* durante cada interacción en la lección, este incluye las imágenes (de ser necesarias) y la respuesta que se espera para continuar. La tabla **ejercicio** es el homólogo para las evaluaciones, pero estas incluyen opciones de respuestas, se incluyen rutas de imágenes y puntajes para el dinamismo de la evaluación. Para los reportes, el desempeño de cada alumno durante las lecciones y

las evaluaciones se guardarán en las tablas `leccion_tomada` y `avance_evaluacion`, así podrá consultarse por fechas cuántas respuestas correctas contestó el alumno y cuántas fallas tuvo por pregunta durante una evaluación o lección.

3.3 Descripción del funcionamiento del *chat*

Para efectos prácticos de la herramienta, se desarrollaron las lecciones y las evaluaciones. Como se observa en la Figura 18, el desarrollo de los mismos incluye ejercicios con imágenes para guiar correctamente al alumno durante el aprendizaje. Si bien no se está utilizando procesamiento de imágenes, resultó conveniente utilizar fotos de contacto para aproximarse más a una *chat* real.

Robot Roxana tiene 24 flores y quiere colocarlas en 3 floreros con la misma cantidad de flores en cada uno. ¿Cuántas flores colocará en cada florero? Observa la figura y da la respuesta.



zs.mariel 8
Robot ¡Excelente!
 Una división es **exacta** cuando después del reparto, el residuo es cero. Escribe 'continuar' para seguir con la lección.
zs.mariel continuar
Robot ¡Sigue así!
 Ahora resuelve las siguientes divisiones:

30 6

zs.mariel 5

Escribe aquí...

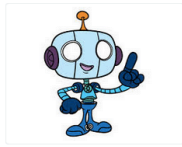




Figura 18: Desarrollo de los ejercicios

4 Conclusiones

En el presente capítulo se describieron los primeros pasos para desarrollar la herramienta de interacción. Se implementaron los prototipos, se dedicó una investigación al funcionamiento del *framework* a utilizarse el cual es Laravel y, por último, se describió al prototipo funcional. Se describió la base de datos, la cual puede soportar el modelado de las lecciones y evaluaciones que el alumno desarrolla. Cada parte de este capítulo ha llevado al logro de este prototipo funcional, dando inicio a la captura de texto escrito por el alumno, para así poder reconocer lo sentimientos que se manifiestan en el texto escrito.

CAPÍTULO 4: Identificación de las veces que el alumno falla resolviendo los ejercicios y, de acuerdo a ello, su posible frustración

En el presente capítulo, se abordará el Objetivo Específico 2. En este capítulo, se desarrollará el mecanismo que podrá identificar las veces que el alumno falla en la resolución de ejercicios y su posible frustración frente a esta situación, para de esta manera, servir de enlace con el mecanismo que permitirá responder afectivamente a sus necesidades, mecanismo que se desarrollará en el siguiente objetivo. En cada apartado se mostrarán uno a uno resultados alcanzados.

1 Descripción de la frustración en el aprendizaje

En esta sección se analiza la presencia de la frustración en el aprendizaje, se requiere saber en qué escenarios se presenta y cuáles son los sentimientos que involucra. Esta parte sirve como apoyo para la identificación de la frustración del estudiante.

1.1 La frustración en los niños

La frustración es definida como el bloqueo del comportamiento, el cual tiene un objetivo que no podrá ser alcanzado (Geen, 1968). Usualmente se presenta en los escenarios en los cuales el organismo responde ante un problema al cual no se le encuentra solución. Esta respuesta emocional está relacionada con la ira y la decepción; también conlleva a la tristeza y la depresión. Por tales motivos es necesario aprender a tolerarla y controlarla desde pequeños (SoftAula, 2013). Si bien es costumbre de padres y educadores, evitar el dolor y frustración a los niños, es necesario que superen sus errores y aprendan de ellos, superando así la frustración de manera constructiva. (Ruiz, 2013).

1.2 La importancia de la frustración en la educación

Si bien la frustración es entendida como una respuesta negativa, muchas veces es necesaria en el proceso de aprendizaje, pues así es como realmente se aprende, basándonos en pruebas y errores. Por ello es que en (Pekrum, 1992) se toma a la frustración como un sentimiento académico así como también la esperanza y la ansiedad. En (D'Mello & Graesser, 2012) se presenta un modelo en el cual se pasa de la frustración al aburrimiento, por lo tanto, el estudiante perderá el interés en aprender si es que intenta resolver los ejercicios muchas veces sin éxito.

1.3 Conclusiones

El tema de la frustración es un tema delicado, en el presente proyecto se plantea que el profesor esté interactuando constantemente con sus alumnos para detectar la cantidad de fallas que pueden sobrellevar antes de posiblemente iniciar un cuadro de frustración. Para este caso el profesor podrá configurar la cantidad de fallas por cada alumno, así que esta decisión caerá sobre él luego de las evaluaciones previas que pueda realizar. Por defecto, el valor de la variable cantidad_de_fallas será 3. Esta variable podrá ser cambiada en cualquier momento por el profesor.

2 Mecanismo capaz de reconocer un posible cuadro de frustración de acuerdo a las veces que se falla en la solución de ejercicios.

En esta sección se explicará el funcionamiento del mecanismo y los pasos que sigue al detectar errores en la solución de ejercicios. Se ha explicado que no es posible detectar con certeza cuántos errores soporta un alumno antes de presentar un cuadro de frustración por lo que lo más importante del mecanismo es que sea adaptable por alumno, así cada uno manejará una cantidad de errores soportados diferente a la de otros.

2.1 Función del mecanismo

Este mecanismo fue creado para detectar un posible cuadro de frustración a través de la cantidad de errores que comete un alumno al resolver los ejercicios planteados en las lecciones y evaluaciones dentro de la herramienta de interacción. Si bien la frustración es necesaria para el proceso de pedagógico, es importante que pueda identificarse para que el alumno no deje de aprender. Para esto, el profesor podrá configurar la cantidad de errores que se permitirán por alumno, de esta manera, se le dará oportunidad al alumno para intentar un determinado número de veces solucionar los ejercicios. Una vez que se llegue a un número máximo de intentos, se procederá de forma distinta en las lecciones y en las evaluaciones.

2.2 Flujo a seguir durante una lección

Si en una lección, el alumno llega a fallar el máximo de veces permitido, se le dará a conocer la respuesta del ejercicio, sugiriendo que vuelva a intentarlo en el futuro. Las lecciones sirven principalmente para preparar al alumno a enfrentar las evaluaciones

propuestas, que son realmente el verdadero reto del proceso pedagógico. El número de fallas que el alumno presente por ejercicio o recurso, que es como se le considera en el proyecto, se tomará en cuenta para informar al profesor qué es lo que más les cuesta a los alumnos aprender o resolver. De esta manera, se aplica la personalización de la educación, tomando en cuenta qué alumnos necesitan especial atención en cierto tipo de problemas. En la Figura 19, se observa el flujo de las lecciones, cuando el alumno llega al máximo de errores, se le da la respuesta para poder continuar con la lección.

2.3 Flujo a seguir durante una evaluación

Si en una evaluación, el alumno llega a fallar el máximo de veces permitido, se iniciará una conversación con el “robot”, de esta manera se dará paso al mecanismo de identificación de emociones. Para esta parte, se harán las siguientes preguntas guiando a los alumnos para que escriban oraciones completas:

- ¿Te parece difícil la evaluación? ¿Por qué?
- ¿Necesitas recibir más ayuda? Cuéntame lo que necesitas.
- ¿Las matemáticas te parecen difíciles? ¿Por qué?

Las preguntas fueron elegidas por ser simples, de tal manera que los alumnos no tengan problemas al responder. Se buscó también que sean lo menos ambiguas posibles para evitar problemas en el mecanismo de detección.

De esta manera, se termina con el flujo. De igual manera la cantidad de fallas almacenadas por ejercicio servirá para dar especial atención en los ejercicios que más les cuesta resolver a los alumnos. En la Figura 20, se observa el flujo de las evaluaciones, cuando el alumno llega al máximo de errores, la conversación inicia automáticamente y da paso al mecanismo de detección de emociones.

3 Conclusiones

En el presente capítulo se logró crear mecanismos para el conteo de errores, el equivocarse durante las lecciones de matemáticas durante repetitivas veces puede generar un cuadro de frustración, sentimientos de tristeza o miedo, sentimientos que deben ser detectados y reportados al profesor a cargo para tomar acciones para el apoyo al proceso de aprendizaje de los alumnos.

Robot ¿Qué lección deseas practicar? ¡Elige un número!
1) Fundamentos **2)** Propiedades Conmutativa y Asociativa **3)** Operaciones Combinadas
zs.mariel 2
Robot Vamos a empezar con la lección de 'Propiedades Conmutativa y Asociativa' ¿estás lista? Responde 'sí'
zs.mariel sí
Robot Sandra y Rodrigo cosecharon 36 acelgas y 28 lechugas. ¿Cuánto cosecharon entre acelgas y lechugas? Observa cómo calculó cada uno y da la respuesta:

Sandra	Rodrigo
$\begin{array}{r} 36 + \\ 28 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 28 + \\ 36 \\ \hline \end{array}$
$\left. \begin{array}{r} 36 + \\ 28 \end{array} \right\} \text{Sumandos} \left\{ \begin{array}{r} 28 + \\ 36 \end{array} \right.$	
$\text{¿?} <\text{Suma total}> \text{¿?}$	

zs.mariel 1
Robot Eso no es correcto. Inténtalo nuevamente
zs.mariel 2
Robot Eso no es correcto. Inténtalo nuevamente
zs.mariel 3
Robot La respuesta es 64. Te recomiendo practicar esta lección más tarde, ¡así podrás hacerlo mucho mejor! A esta propiedad de la suma se le llama "Propiedad Conmutativa", si cambiamos el orden de los sumandos, la suma total no cambia. Ingresas 'continuar', para seguir con la lección.

Escribe aquí...

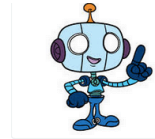


Figura 19: Desarrollo de una lección

zs.mariel 1
Robot Vamos a empezar con la evaluación de 'Sumas' ¿estás lista? Responde 'sí'
zs.mariel sí
Robot ¿Cuál es el valor del corazón?

$$416 + 138 = 138 + \heartsuit$$

zs.mariel 123
Robot Cometiste un error. Tú puedes, inténtalo otra vez
zs.mariel 124
Robot Inténtalo otra vez ¡Sé que puedes!
zs.mariel 125
Robot Quisiera conversar contigo un momento. No olvides que soy un robot y necesito que escribas correctamente tus respuesta. Usa oraciones completas como por ejemplo: 'Yo pienso que la evaluación es divertida porque aprendo mucho'. Escribe 'listo' para iniciar la conversación.
zs.mariel listo
Robot ¿Te parece difícil la evaluación? ¿Por qué?
zs.mariel Sí, porque los ejercicios se ven difíciles.
Robot ¿Necesitas recibir más ayuda? Cuéntame lo que necesitas.
zs.mariel Sí me gustaría que mis padres y mi profesora me ayude a seguir practicando.
Robot ¿Las matemáticas te parecen difíciles? ¿Por qué?
zs.mariel No me parecen tan difíciles, porque si practico puedo hacerlo mejor.
Robot Te recomiendo seguir practicando. Escribe 'listo' para ir al menú principal.

Escribe aquí...



Figura 20: Flujo del mecanismo durante una evaluación

CAPÍTULO 5: Identificación de las emociones que el alumno manifiesta frente a un posible cuadro de frustración

En el presente capítulo, se expone el desarrollo del Objetivo Específico 3. En este se implementó el mecanismo que identifica las emociones que el alumno manifiesta durante la conversación con el “robot” utilizando minería de datos, específicamente la técnica predictiva de clasificación. En cada apartado se mostrarán uno a uno resultados alcanzados.

1 Mecanismo que identifique las emociones del alumno

En primer lugar, se estructuró el conjunto a partir de oraciones que será usado para construir el modelo de clasificación bajo un formato que acepte la herramienta Weka. Asimismo, Weka cuenta con funciones de manejo de cadenas de texto para realizar el pre procesamiento del texto, que es el siguiente paso a seguir. Luego, se realizó el entrenamiento del clasificador.

1.1 Estructura del conjunto de datos

El conjunto de oraciones usado ha sido construido de poemas y entradas de blogs, que han tenido que ser traducidas al idioma español pues no existe un corpus en español para este tipo de investigaciones. A su vez, se tuvieron que cambiar palabras que puedan ser más comunes para los niños de entre 8 y 10 años. Este conjunto de datos depende enteramente del público objetivo del módulo. Estas oraciones están clasificadas por su emoción, clasificación que se realizó manualmente, tanto por los autores de las entradas en el blog como de los poemas. Las instancias clasificadas se colocaron en un archivo Excel donde se observa el sentimiento y la oración (ver Figura 21).

A	B
Sentimiento	Texto
Miedo	Me temo que no estaré libre para ir.
Miedo	Él tenía miedo y tuvo que dejarla ir.
Miedo	Me temo que estás equivocado.
Miedo	Ella tiene miedo de pasar un momento incómodo.
Miedo	Me temo que solamente vimos el inicio del conflicto.
Miedo	Él tenía miedo de voltear su cabeza y mirar hacia atrás.
Miedo	Le tengo miedo a las serpientes.
Miedo	Tengo miedo de preguntar.
Miedo	Ellos corrieron porque tenían miedo.
Miedo	Me temo que su hija está enferma.
Miedo	Tengo miedo de lo que pueda pasar en el futuro.
Miedo	Tengo mucho miedo de ofender a alguien.
Miedo	El niño le tiene miedo a la oscuridad.
Miedo	Me temo que no podremos ir el Lunes.
Miedo	El tiene miedo de mostrarle a su propio hijo un poco de amabilidad.
Miedo	La barrera más grande para conseguir el éxito es el miedo a fallar.
Miedo	Tener miedo a fallar no es una razón para no intentar algo.
Miedo	Bloqueas tus sueños cuando permites que tus miedo crezcan más que tu fe.
Miedo	El miedo no es más que un estado de la mente.
Miedo	El miedo es un cuarto oscuro donde la negatividad se desarrolla.
Miedo	El miedo es la madre de la moralidad.
Miedo	El miedo de morir de un hombre es igual que el miedo de un niño a la oscuridad.
Miedo	La más vieja y fuerte emoción de la humanidad es el miedo.
Miedo	En política , lo que inicia como miedo acaba en locura.

Figura 21: Conjunto de datos en formato Excel

Esta colección de oraciones está clasificada en 4 emociones. Se eligieron cuatro emociones por la complejidad de crear un corpus, se espera en futuras investigaciones se puedan incluir más emociones. De estas 4 cuales derivan algunas más, pero para tener un mejor resultado se decidió considerar estas emociones derivadas como parte de las principales. En la Tabla 10 se observa la clasificación que ha sido utilizada en el conjunto de instancias, así como las emociones que se han tomado como similares. En base a esta clasificación se detectarán las emociones vertidas en las respuestas de los alumnos al mecanismo de identificación de emociones.

Tabla 10: Emociones identificadas en el corpus

Emoción	Nombre	Emociones equivalentes	Número de instancias
1	Miedo	Susto	65
2	Alegría	Ánimo, agradecimiento	69
3	Tristeza	Depresión, infortunio	58
4	Confianza	Fe, esperanza	76

1.2 Estructura del archivo (formato aceptado por Weka)

Si bien Weka tiene un formato por defecto que es el *arff*, también acepta los formatos *csv* y *c4.5*. Para efectos prácticos, en el presente proyecto se decidió utilizar el formato por defecto *arff*. A continuación se describirán las partes del archivo, el cual debe tener extensión *.arff*. Se divide en tres partes: *@relation*, *@attribute* y *@data*.

- **@relation** <relation-name>, todo archivo *.arff* comienza con esta declaración en su primera línea. El nombre de la relación es una cadena de caracteres.
- **@attribute** <attribute-name> <datatype>, en esta sección se incluye una línea por cada atributo (o columna) que se vaya a incluir en el conjunto de datos, indicando su nombre y el tipo de dato.
- **@data**, en esta sección incluiremos los datos propiamente dichos. Se separa cada columna por comas y todas las filas deberán tener el mismo número de columnas, número que coincide con el de declaraciones *@attribute* que se añadieron en la sección anterior.

En la Figura 22 se puede observar el archivo *.arff* con el conjunto de datos a utilizarse, se tienen los atributos *clase* que es la emoción y *texto* que es la oración.

```
@relation clasificacion_emociones

@attribute CLASE {miedo,alegria,tristeza,confianza}
@attribute TEXTO string

@data
miedo,'Me temo que no estare libre para ir.'
miedo,'Él tenia miedo y tuvo que dejarla ir.'
miedo,'Me temo que estas equivocado.'
miedo,'Ella tiene miedo de pasar un momento incomodo.'
miedo,'Me temo que solamente vimos el inicio del conflicto.'
miedo,'Él tenia miedo de voltear su cabeza y mirar hacia atras.'
miedo,'Le tengo miedo a las serpientes.'
miedo,'Tengo miedo de preguntar.'
miedo,'Ellos corrieron porque tenian miedo.'
miedo,'Me temo que su hija esta enferma.'
miedo,'Tengo miedo de lo que pueda pasar en el futuro.'
miedo,'Tengo mucho miedo de ofender a alguien.'
miedo,'El niño le tiene miedo a la oscuridad.'
miedo,'Me temo que no podremos ir el Lunes.'
miedo,'El tiene miedo de mostrarle a su propio hijo un poco de amabilidad.'
miedo,'La barrera mas grande para conseguir el exito es el miedo a fallar.'
miedo,'Tener miedo a fallar no es una razon para no intentar algo.'
miedo,'Bloqueas tus sueños cuando permites que tus miedo crezcan mas que tu fe.'
miedo,'El miedo no es mas que un estado de la mente.'
miedo,'El miedo es un cuarto oscuro donde la negatividad se desarrolla.'
miedo,'El miedo es la madre de la moralidad.'
miedo,'El miedo de morir de un hombre es igual que el miedo de un niño a la oscuridad.'
```

Figura 22: Archivo de extensión *.arff*

1.3 Pre-procesamiento del conjunto de datos

Dado que Weka acepta nativamente modelos que únicamente admiten atributos de formato numérico, es necesario procesar las cadenas de caracteres en primer lugar.

Se ha utilizado la función StringToWordVector para convertir un atributo de cadena de caracteres en un conjunto de atributos que representan la ocurrencia de una palabra contenida en las cadenas de texto. Se utilizó la técnica de estimación de peso por palabra IDF, la cual toma en cuenta la ocurrencia de una palabra en un documento y también la ocurrencia en la colección total de documentos. Esto servirá para determinar palabras que son más comunes para ciertas emociones que otras.

El resultado del pre procesamiento se puede observar en la Figura 23 y en la Figura 24.

```
@relation 'clasificacion_emociones-weka.filters.  
stopwords/Users/Charito/Documents/tesis2/stopwo  
  
@attribute CLASE {miedo,alegria,tristeza,confia  
@attribute Aceptar numeric  
@attribute Adios numeric  
@attribute Algunas numeric  
@attribute Anos numeric  
@attribute Besos numeric  
@attribute Bloqueas numeric  
@attribute Cada numeric  
@attribute Comer numeric  
@attribute Confia numeric  
@attribute Confio numeric  
@attribute Cree numeric  
@attribute Creemos numeric  
@attribute Creo numeric  
@attribute Dar numeric  
@attribute Deberiamos numeric  
@attribute Desearia numeric  
@attribute Deseo numeric  
@attribute Digo numeric  
@attribute Dime numeric  
@attribute Dios numeric  
@attribute Diversion numeric  
@attribute Escuchar numeric  
@attribute Espero numeric  
@attribute Estaba numeric  
@attribute Estoy numeric  
@attribute Existe numeric  
@attribute Feliz numeric  
@attribute Felizmente numeric
```

Figura 23: Archivo de datos procesado (atributos)

```
@data  
{303 4.492375,436 3.645077,454 5.590987,749 3.981549}  
{221 5.590987,436 3.645077,500 1.762346,755 4.204693,782 5.590987}  
{282 4.492375,749 3.981549}  
{417 5.590987,500 1.762346,507 4.89784,576 4.492375}  
{172 5.590987,425 5.590987,749 3.981549,806 5.590987}  
{104 5.590987,125 5.590987,500 1.762346,504 4.89784,755 4.204693,814 5.590987}  
{500 1.762346,720 5.590987,754 4.204693}  
{52 3.645077,500 1.762346,625 5.590987}  
{192 5.590987,500 1.762346,756 5.590987}  
{272 4.89784,389 4.89784,749 3.981549}  
{52 3.645077,348 5.590987,500 1.762346,576 4.492375,647 5.590987}  
{52 3.645077,78 3.981549,500 1.762346,553 5.590987}  
{500 1.762346,540 4.89784,562 4.204693}  
{37 5.590987,436 3.645077,613 5.590987,749 3.981549}  
{83 5.590987,390 5.590987,500 1.762346,517 5.590987,639 5.590987}  
{109 5.590987,178 5.590987,315 5.590987,326 4.89784,357 4.492375,500 1.762346}  
{51 5.590987,77 4.204693,326 4.89784,430 5.590987,500 1.762346,662 5.590987}  
{6 5.590987,200 5.590987,332 2.882937,500 1.762346,596 5.590987,736 5.590987}  
{493 4.204693,500 1.762346}  
{203 5.590987,229 5.590987,500 1.762346,539 5.590987,563 5.590987}  
{477 4.89784,500 1.762346,512 5.590987}  
{394 4.492375,486 4.89784,500 1.762346,513 5.590987,540 4.89784,562 4.204693}  
{264 5.590987,347 5.590987,399 5.590987,500 1.762346,803 5.590987}  
{60 5.590987,424 5.590987,467 5.590987,500 1.762346,614 5.590987}  
{98 5.590987,494 5.590987,500 1.762346}  
{157 5.590987,238 5.590987,500 1.762346,524 4.89784,586 5.590987,768 5.590987}  
{237 5.590987,500 1.762346,757 4.492375}  
{236 5.590987,500 1.762346,623 5.590987,719 5.590987,757 4.492375,764 5.590987,767 5.590987}  
{38 4.89784,151 5.590987,188 5.590987,501 5.590987}  
{71 5.590987,405 5.590987,500 1.762346,728 5.590987}  
{176 5.590987,228 5.590987,709 5.590987,747 4.89784}  
{355 5.590987,486 4.89784,500 1.762346,597 5.590987}  
{50 3.511545,358 4.89784,377 5.590987,419 5.590987,570 4.89784,714 3.981549}
```

Figura 24: Archivo de datos procesado (data, sparse mode)

1.4 Adaptación del modelo de clasificación

Las técnicas utilizadas en la minería de datos pueden ser divididas en dos categorías: predictivas y descriptivas. Las descriptivas nos indican las propiedades de los datos procesados. Por otro lado las predictivas son el tipo de técnicas que hace inferencias sobre los datos procesados para generar predicciones sobre la información (Agarwal, 2013). En el presente proyecto usaremos la técnica predictiva de clasificación. La clasificación de datos es el proceso de formación de un modelo o clasificador para predecir las etiquetas de clases de diferentes instancias. La clasificación se realiza en dos pasos. La primera es la fase de entrenamiento, en la cual el algoritmo “aprende” a reconocer patrones en las tuplas de datos contenidas en una base de datos existente; y la segunda fase es la de clasificación con el objetivo de analizar el rendimiento, consistencia y precisión del algoritmo (Agarwal, 2013).

Para este apartado se tomará en cuenta la revisión del estado del arte, donde se pudo identificar que el algoritmo de clasificación más efectivo eran las SVM (Support Vector Machine) en el caso especial de clasificación de emociones en texto (Altrabsheh et al., 2014). A continuación, se presentarán los resultados obtenidos por el modelo de clasificación elegido en base al conjunto de datos previamente procesado.

- Número de instancias (documentos): 268
- Porcentaje de instancias correctamente clasificadas: 97.7612 %
- Porcentaje de instancias incorrectamente clasificadas: 2.2388 %

Tabla 11: Detalle de la ejecución del modelo de clasificación

Tasa de verdaderos positivos	Tasa de falsos positivos	Precisión	Exhaustividad	Área de ROC	Clase (emoción)
0.969	0	1	0.969	0.992	Miedo
0.986	0.005	0.986	0.986	0.994	Alegría
0.966	0.005	0.982	0.966	0.987	Tristeza
0.987	0.021	0.949	0.987	0.985	Confianza

En la Tabla 11, se presenta el detalle de la ejecución del modelo de clasificación, información que ha sido obtenida utilizando la herramienta Weka. Este detalle cuenta con 5 características: la tasa de verdaderos positivos, que es el total de instancias correctamente clasificadas; la tasa de falsos positivos, que es el total de instancias incorrectamente clasificadas; la precisión, que es el total de instancias pertenecientes a una clase dividida por el total de instancias clasificadas; la exhaustividad, que es el equivalente a verdaderos positivos; y, por último, el área de ROC, un clasificador debería tener un área de ROC con valor cercano a 1 para considerarse óptimo.

Tabla 12: Matriz de confusión

A	B	C	D	
63	0	0	2	A = Miedo
0	68	0	1	B = Alegría
0	1	56	1	C = Tristeza
0	0	1	75	D = Confianza

En la Tabla 12 se puede observar la matriz de confusión del clasificador, una matriz de confusión contiene las predicciones hechas por el clasificador, en este caso hay predicciones incorrectas y correctas, se observa que hay 1 caso en el que la Alegría ha sido confundida con Confianza, por ejemplo.

1.5 Integración al módulo

Con ayuda de las librerías en Java proporcionadas por la herramienta Weka, se realizó un proyecto el cual carga el modelo y a partir de las oraciones ingresadas, permite predecir una de las cuatro emociones que soporta el modelo. Esto se integró al módulo *chat*, realizando una llamada al proyecto en Java. De esta manera, se recibe una respuesta en el módulo de acuerdo a lo que el alumno manifiesta, como por ejemplo, un mensaje de ánimo para los casos de tristeza y miedo.

1.6 Descripción del Modelo de Datos

Para esta sección y exclusivamente para la generación de reportes, se crearon dos tablas como se puede ver la Figura 25.

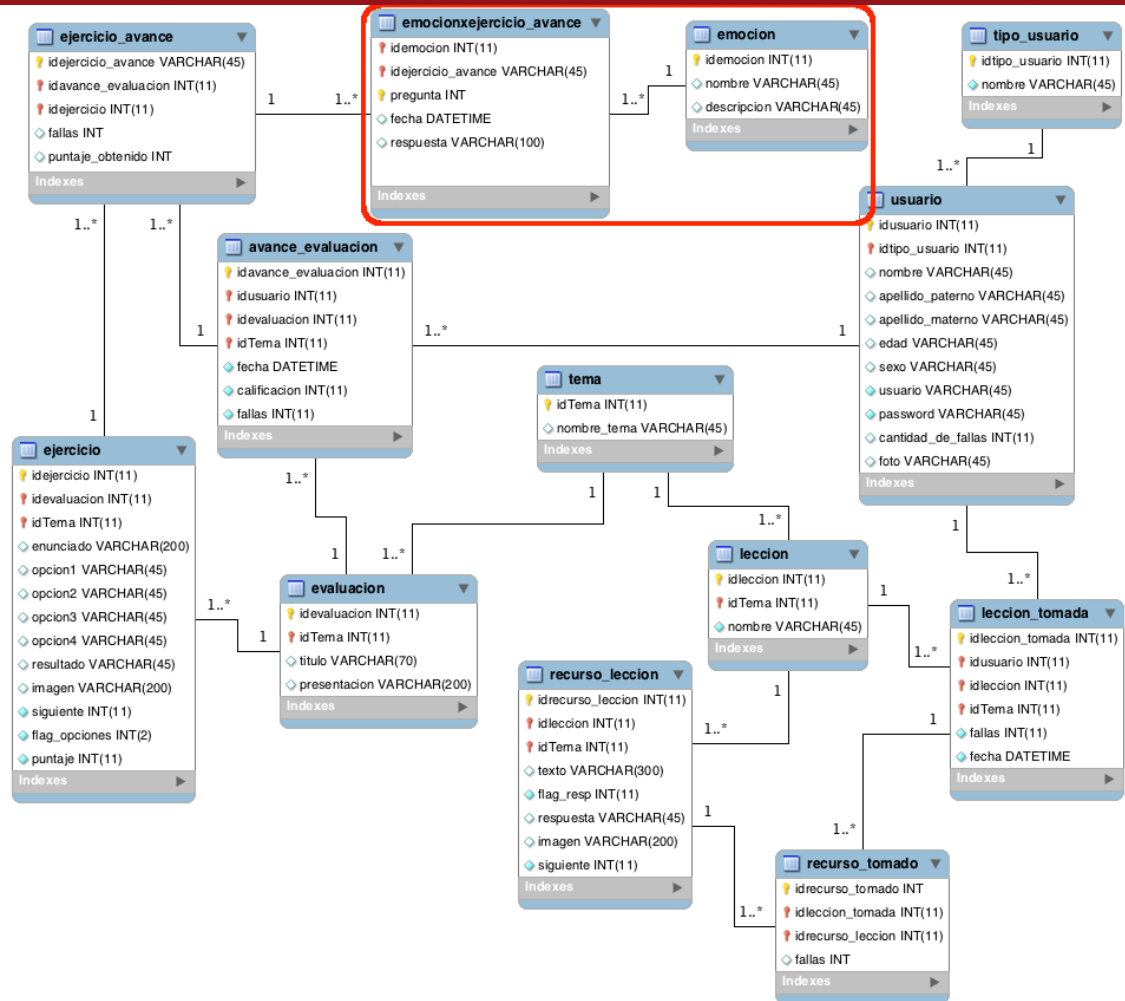


Figura 25: Tablas para el análisis de sentimientos en el modelo de datos

La tabla **emocion** manejará las emociones que limitan al corpus presentado para la creación del modelo que son alegría, tristeza, miedo y confianza. Luego, para creación de reportes sobre las emociones existe una tabla **emocionxejercicio_avance**, en donde se almacenará la respuesta dada por el alumno, y a qué emoción responde, también es importante relacionar esto con el ejercicio que desencadenó el cuestionario del “robot”.

1.7 Pre-procesamiento del texto ingresado por el alumno

Podría darse el caso que el alumno no ingrese una oración válida durante la ronda de preguntas, por este motivo, se realizó un procesamiento previo al análisis de emociones. Para este pre-procesamiento se utilizó la librería Freeling. Freeling proporciona un servicio de etiquetado gramatical (PoS tagging), este es el proceso de asignar a cada palabra del texto su categoría gramatical (adjetivo, sustantivo,

pronombre, verbo, adverbio, preposición, conjunción o interjección). Usando esta funcionalidad, se validó si las oraciones contenían al menos un verbo y un sustantivo. Una validación que también se tomó en cuenta fue el número de palabras necesarias para que pueda analizarse la emoción de un texto, se consideró que la oración debe contener al menos 5 palabras. Se espera que en el futuro se pueda analizar más a fondo el texto ingresado por el alumno, analizando la oración morfológicamente.

1.8 Funcionamiento del mecanismo

Se crearon respuestas para responder al estado anímico del alumno, para que las respuestas sean pseudo-aleatorias se crearon tres diferentes por cada emoción detectada, de esta manera se incentiva al alumno a continuar con el aprendizaje, proporcionando consejos y mensajes de ánimo. Estos mensajes pueden observarse en la Figura 26.

Robot ¿Cuál es el valor del corazón?

$416 + 138 = 138 + \heartsuit$

zs.mariel 123

Robot Cometiste un error. Tú puedes, inténtalo otra vez

zs.mariel 234

Robot No te rindas ¡tú puedes!

zs.mariel 345

Robot Quisiera conversar contigo un momento. No olvides que soy un robot y necesito que escribas correctamente tus respuestas. Usa oraciones completas como por ejemplo: 'Yo pienso que la evaluación es divertida porque aprendo mucho'. Escribe 'listo' para iniciar la conversación.

zs.mariel listo

Robot ¿Te parece difícil la evaluación? ¿Por qué?

zs.mariel La evaluación es muy difícil, no logro conseguir resolver los ejercicios, no me gustan las matemáticas.

Robot No estés triste, ponte ánimos y lograrás llegar muy lejos. ¿Necesitas recibir más ayuda? Cuéntame lo que necesitas.

zs.mariel Si necesito mas ayuda, se que con la ayuda de mis padres lograre aprender.

Robot Sé que tus padres te ayudarán a ser mejor, ¡sigue confiando en ti! ¿Las matemáticas te parecen difíciles? ¿Por qué?

zs.mariel Las matematicas no me parecen muy difíciles, estudiando mucho lograre hacerlo mejor.

Robot Me alegra que seas feliz, nunca dejes de sonreír y de aprender cosas nuevas. Te recomiendo seguir practicando. Escribe 'listo' para ir al menú principal.

Escribe aquí...

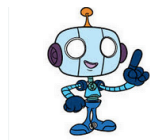


Figura 26: Mensajes de afectivos en respuesta del chat

Luego por medio la ORM de Laravel se guardan en base de datos las respuestas dadas por el alumno y la emoción que le corresponde. De esta manera, se pueden aprovechar estos datos para la generación de reportes para que los profesores puedan tomar las acciones necesarias para apoyar al proceso pedagógico de los alumnos.

2 Pruebas unitarias del componente

Se realizaron pruebas unitarias para comprobar el correcto funcionamiento del componente de identificación de emociones. Para que se pueda identificar el sentimiento de una oración es necesario que sea una oración correctamente escrita, para tales fines se realizaron validaciones que se describieron anteriormente utilizando la herramienta Freeling. Para la realización de las pruebas se utilizó PHPUnit que es un framework de pruebas para PHP.

2.1 Objetivo de las pruebas

El objetivo de las pruebas era comprobar el funcionamiento del *Chat* en 3 aspectos principales:

- Si la oración ingresada al mecanismo de identificación de emociones no tiene más de 5 palabras no se considera oración.
- Si la oración no cuenta con al menos un verbo y un sustantivo, no cuenta como oración
- Si se pide ingresar una respuesta numérica y se ingresan caracteres alfanuméricos se debe indicar que sólo se aceptan números.

En cualquiera de estos casos, el mecanismo de identificación de emociones no identifica la oración por no tener el input adecuado.

2.2 Estructura de un caso de prueba en PHPUnit

Se creó una clase para el desarrollo de las pruebas y varias funciones que validaban los casos especificados. Un ejemplo de función puede observarse en la Figura 27.

```
class ChatTest extends TestCase {  
  
    public function testOracionMenosDeCinco()  
    {  
        $respuesta_erronea = 'Menos de cinco palabras.';  
        $chatController = new ChatController;  
        $resultado = $chatController->procesamiento_freeling($respuesta_erronea);  
        $this->assertEquals(0, $resultado);  
    }  
}
```

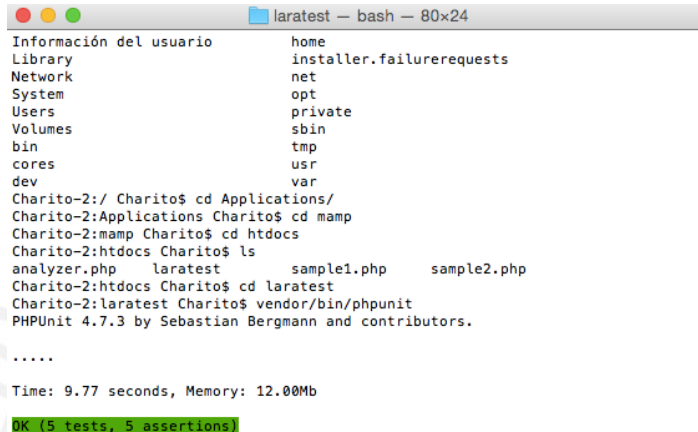
Figura 27: Ejemplo de un caso de prueba en PHPUnit

En este caso de prueba se observa el ingreso de una oración que tiene menos de 5 palabras, a su vez, se invoca a la función que procesa inicialmente la cadena antes de que sea identificada la emoción. El resultado de esta función es cero si la oración es

inválida y, en caso contrario, el resultado es uno. Por tanto, si el resultado utilizando esta cadena es cero, quiere decir que la prueba es exitosa.

2.3 Resultados de las pruebas unitarias

Para cada caso de prueba descrito se crearon funciones que validaran el funcionamiento del pre procesamiento del texto. Ejecutando PHPUnit se obtuvo el resultado observado en la Figura 28.



```

laratest — bash — 80x24
Información del usuario      home
Library                      installer.failurerequests
Network                      net
System                      opt
Users                       private
Volumes                     sbin
bin                          tmp
cores                       usr
dev                          var
Charito-2:/ Charito$ cd Applications/
Charito-2:Applications Charito$ cd mamp
Charito-2:mamp Charito$ cd htdocs
Charito-2:htdocs Charito$ ls
analyzer.php  laratest      sample1.php   sample2.php
Charito-2:htdocs Charito$ cd laratest
Charito-2:laratest Charito$ vendor/bin/phpunit
PHPUnit 4.7.3 by Sebastian Bergmann and contributors.

.....
Time: 9.77 seconds, Memory: 12.00Mb

OK (5 tests, 5 assertions)
  
```

Figura 28: Resultados de la ejecución de PHPUnit

Se comprueba de esta manera el correcto funcionamiento del pre procesamiento del texto antes del análisis de sentimientos.

3 Conclusiones

La elaboración del corpus anotado con las cuatro emociones básicas en las que se basa el presente proyecto, constituyó el primer paso para el desarrollo del mecanismo de identificación de emociones, las predicciones obtenidas por el mecanismo dependen totalmente del corpus elaborado, si se requiriera mayor precisión es importante desarrollar un corpus de mayor magnitud, con nuevas emociones. Las reglas son definidas en base a estas oraciones anotadas, por lo que esta información debe ser cuidadosamente tratada.

CAPÍTULO 6: Mecanismo de información para los profesores

En el presente capítulo, se expone el desarrollo del Objetivo Específico 3. En este se implementó el mecanismo que identifica las emociones que el alumno manifiesta durante la conversación con el “robot” utilizando la técnica predictiva de clasificación. En cada apartado se mostrarán uno a uno resultados alcanzados.

1 Reporte conteniendo el nombre del alumno y su comportamiento frente al módulo, así como los resultados de la identificación de emociones del mecanismo anterior.

Para que la herramienta cumpla con apoyar al proceso pedagógico, se implementó la opción de reportar el desempeño de los alumnos al profesor. Para esto se utilizaron las opciones que proporciona Laravel para la creación de gráficos. Se vio necesario que en el reporte aparezcan el número de lecciones y evaluaciones que el alumno ha desarrollado, así como ejercicios en los que más falló. También se realizaron gráficos en el tiempo en donde se podrá observar cómo ha ido su desempeño en las lecciones y en las evaluaciones durante el rango de fechas seleccionado.

1.1 Funcionamiento del mecanismo de información

La primera pantalla al ingresar al módulo de reportes es una tabla con todos los estudiantes, se puede elegir un estudiante eligiendo la opción “Reporte”, una vez seleccionado el alumno, se seleccionan las opciones del reporte (ver Figura 29).

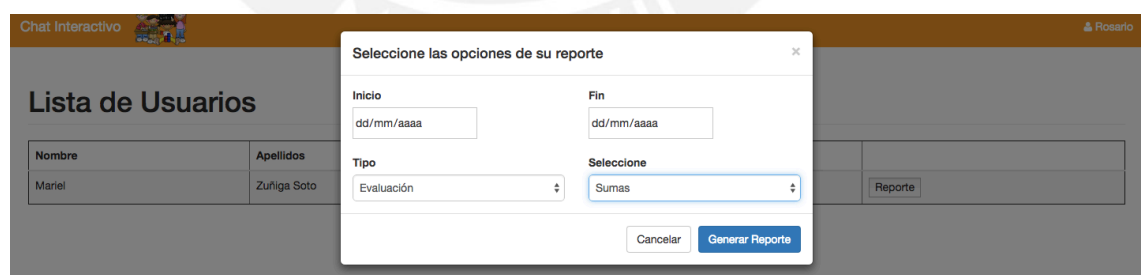


Figura 29: Datos iniciales del reporte

Al generar el reporte se observa la pantalla presentada en la Figura 30. Se puede observar un gráfico en el que el profesor puede reconocer el puntaje que obtuvo el alumno en la evaluación versus la cantidad de veces que falló en esa misma evaluación y esto ordenado por fechas dentro del rango elegido.

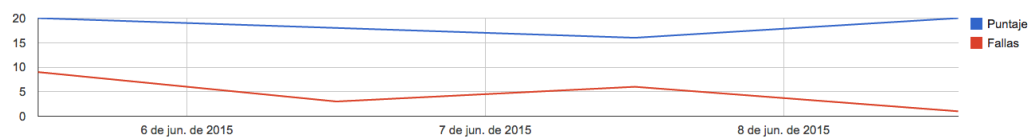
En la parte inferior hay una tabla que muestra los ejercicios resueltos por el alumno y tanto las respuestas como las fallas que cometió en cada ejercicio. Esta tabla está ordenada cronológicamente para que el profesor pueda apreciar cómo el alumno fue progresando con respecto a cada ejercicio.

Luego de la tabla se incluyen dos notas, éstas indican el ejercicio que más le costó al alumno, así como, también el que menos le costó. Esto se determina mediante las fallas que cometió en cada ejercicio.

Por último, muestra el análisis de emociones realizado. Cada pregunta y respuesta es mostrada en el cuadro siguiente, de esta manera el profesor puede identificar qué emociones está experimentando el alumno y apoyarlo en su proceso de aprendizaje, hablando con sus padres y tomando las medidas necesarias. Seguidamente hay una leyenda de las preguntas hechas al alumno ordenadas por código.

Reporte de Mariel del 2015-06-01 al 2015-06-09

En el siguiente gráfico se puede observar el puntaje del alumno versus su cantidad de fallas para la práctica "Sumas" del tema "Adiciones y Sustracciones".



En el cuadro siguiente se puede apreciar el avance que tuvo el alumno resolviendo el mismo ejercicio, los resultados están ordenados por fecha.

Ejercicio	Fallas	puntaje
¿Cuál es el valor del corazón?	0	2

...

El ejercicio que más le costó resolver al alumno fue el ejercicio número 2) ¿Cuál es el valor de la estrella?

El ejercicio que menos le costó resolver al alumno fue el ejercicio número 3) Para que se mantenga la igualdad, ¿cuál es el valor del corazón?

Durante estas fechas se analizaron los sentimientos inmersos en el texto escrito por el alumno, estos son los resultados. Para una mejor lectura por favor tome en cuenta la leyenda donde se indican el código de las preguntas:

Pregunta	Respuesta	Sentimiento
1	La evaluación es muy difícil, no logro conseguir resolver los ejercicios, no me gustan las matemáticas	Miedo
2	Si necesito más ayuda, se que con la ayuda de mis padres lograre aprender.	Confianza
3	Las matemáticas no me parecen muy difíciles, estudiando mucho lograre hacerlo mejor.	Confianza
1	Tengo miedo a hacer mas la evaluación porque no entiendo mucho de matemáticas	Miedo
2	Tengo a mis padres que me ayudan siempre así que soy feliz por eso	Alegría
3	Las matemáticas son difíciles pero soy feliz de poder aprender.	Alegría
1	Me siento triste porque la evaluación es muy difícil, porque las matemáticas me confunden	Tristeza
2	Tengo fe en que mis padres y mis maestros me ayudaran	Confianza
3	Creo que las matemáticas son difíciles pero confío en que podre lograrlo	Confianza

LEYENDA

Código	Pregunta
1	¿Te parece difícil la evaluación? ¿Por qué?
2	¿Necesitas recibir más ayuda? Cuéntame lo que necesitas.
3	¿Las matemáticas te parecen difíciles? ¿Por qué?

Figura 30: Modelo del Reporte

2 Pruebas unitarias del mecanismo de información

Se realizaron pruebas unitarias de la generación del reporte al profesor. Para que un reporte sea correctamente generado es necesario que existan datos que correspondan con la lección o evaluación elegida. Para la realización de las pruebas se utilizó PHPUnit que es un framework de pruebas para PHP.

2.1 Objetivo de la prueba

El objetivo de la prueba era comprobar que existan datos correspondientes a la evaluación elegida, de esta manera se generará el reporte escogido, caso contrario se mostrará una pantalla indicando que no hay datos para los datos indicados.

2.2 Estructura del caso de prueba en PHPUnit

Utilizando la clase anteriormente creada para el desarrollo de las pruebas, se agregó una función más para validar el caso especificado. El caso de prueba puede observarse en la Figura 31: Caso de prueba de la generación de reporte en PHPUnit

```
public function testGenerarReporte(){
    $reportsController = new ReportsController;
    $inicio = date('Y-m-d', strtotime('2015-05-01'));
    $fin = date('Y-m-d', strtotime('2015-06-30'));
    $tipo = 'evaluacion';
    $id_reporte = '1-1';
    $reporte=$reportsController->create_report('2',$inicio,$fin,$tipo,$id_reporte);
    $this->assertGreaterThan(0, count($reporte->bd_tipo_avance));
}
```

Figura 31: Caso de prueba de la generación de reporte en PHPUnit

En este caso de prueba se observa el ingreso de un rango de fechas, el tipo que puede ser leccion o evaluacion y el identificador del tema concatenado con el identificador de la lección o evaluación. El resultado de esta función es una estructura de reporte, las líneas del reporte están guardadas en un Array llamado bd_tipo_avance, si este Array es vacío y se comprueba que sí existen datos para ese reporte, la generación de reporte será inválida.

2.3 Resultados de las pruebas unitarias

Agregando la función descrita anteriormente a nuestra clase de pruebas, se ejecutó PHPUnit y se obtuvo el resultado observado en la Figura 28.

```

laratest -- bash -- 80x24
Messages.app          iBooks.app
Microsoft Communicator.app  iMovie.app
Microsoft Messenger.app    iPhoto.app
Microsoft Office 2011      iTunes.app
Mission Control.app        weka-3-6-12-oracle-jvm.app
Charito-2:Applications Charito$ cd mamp
Charito-2:mamp Charito$ cd htdocs
Charito-2:htdocs Charito$ ls
analyzer.php  laratest  sample1.php  sample2.php
Charito-2:htdocs Charito$ cd laratest
Charito-2:laratest Charito$ ls
app            composer.lock  package.json  readme.md     tests
artisan        config         phpspec.yml   resources     vendor
bootstrap      database       phpunit.xml   server.php
composer.json  gulpfile.js   public        storage
Charito-2:laratest Charito$ vendor/bin/phpunit
PHPUnit 4.7.3 by Sebastian Bergmann and contributors.

.....

Time: 9.91 seconds, Memory: 13.25Mb

OK (6 tests, 6 assertions)
  
```

Figura 32: Resultados de la ejecución de PHPUnit

Se comprueba de esta manera la correcta generación del reporte.

3 Conclusiones

Utilizando este mecanismo de información para los profesores, se puede apoyar a la educación de los alumnos, utilizando la información recopilada del *chat* interactivo y del mecanismo de detección de emociones. Contando con estos datos es posible que se puedan tomar acciones necesarias para mejorar el proceso de aprendizaje de los alumnos. Si bien el reporte puede contener más información para ayudar a los profesores a tomar mejores decisiones, esta es una muestra de lo que se puede lograr si se tomaran en cuenta las emociones de los alumnos.

CAPÍTULO 7: Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros

En este capítulo se presentan las conclusiones obtenidas durante las etapas de desarrollo del presente proyecto de fin de carrera, así como las recomendaciones y trabajos futuros que se consideran pertinentes.

1 Conclusiones

En esta sección se presentan las conclusiones a las que se han llegado al finalizar el presente proyecto de fin de carrera. Se han llegado a estas conclusiones luego de haber completado los objetivos planteados para la obtención de una herramienta para la práctica del curso de matemáticas en plataformas educativas virtuales utilizando reconocimiento de emociones.

En primer lugar, dado que el tema de detección de la frustración en el aprendizaje es polémico, se considera que es necesario que este se detecte por cada alumno, pues todos reaccionan de manera diferente al enfrentarse con las evaluaciones durante el proceso de aprendizaje. El presente proyecto es una herramienta que tiene como objetivo facilitar al profesor conocer el perfil de los alumnos, de esta manera él puede ser el que detecte la frustración en ellos siendo esta herramienta un medio para esta detección. No se espera lograr que, con esta herramienta, se detecte la frustración por que se consideraría polémico, en otro sentido, se quiere apoyar a que el profesor se involucre y pueda participar activamente junto con el alumno en la educación del mismo.

En segundo lugar, el mecanismo de identificación de emociones se ha pensado como una herramienta que posibilita a los profesores conocer a sus alumnos y sus reacciones a los ejercicios de matemáticas. Este mecanismo depende fuertemente del corpus anotado que fue generado durante el desarrollo del mismo, es posible que las reglas definidas cambien si se usara uno diferente, por lo que la información debe ser tratada delicadamente. La forma en la que se decidió presentar a este mecanismo fue pensada para el confort de los alumnos, para que pueda ser natural para ellos el proceso de aprendizaje utilizando el *chat*.

En tercer lugar, la herramienta no estaría completa si el profesor no pudiera tener acceso a la información, tanto como de las respuestas a los ejercicios como la

conversación que tienen con el mecanismo de detección de emociones, que el alumno deposita en el *chat*. Con este mecanismo de información el profesor es capaz de tomar acciones para así ayudar a sus alumnos durante su proceso de aprendizaje. Estas acciones podrían mejorar la calidad de educación en los colegios, beneficiando a alumnos y a profesores, empezando desde los grados menores pues es en este nivel donde se presentan las primeras interacciones con el sistema educativo, dando herramientas para los grados superiores. La herramienta es capaz de brindar una personalización al proceso de aprendizaje del alumno en la plataforma educativa virtual a la que desee adaptarse. Esto debido a que toma en cuenta sus emociones y el profesor puede informarse de las mismas para tomar acciones en beneficio del alumno. La plataforma educativa utilizando esta herramienta puede adaptarse al alumno y apoyar a su educación.

De lo expuesto anteriormente, se concluye que la herramienta construida puede apoyar a mejorar la calidad en la educación de nuestro país pues, dándole el uso adecuado, los profesores podrán acercarse más a sus alumnos y conocer el perfil que presentan y las emociones inmersas en su proceso de aprendizaje. De esta manera, tanto el modelo creado para la identificación de emociones como el pre-procesamiento del texto ingresado por el alumno y el mecanismo de información al profesor, crean una herramienta completa dando una alternativa de solución al problema de la falta de personalización en la plataformas educativas virtuales.

2 Recomendaciones y trabajos futuros

En esta sección se presentan las recomendaciones y trabajos futuros con el propósito de fomentar nuevas investigaciones con respecto a la aplicación de análisis de sentimientos en plataformas educativas virtuales y en la mejora de esta herramienta.

Para realizar análisis de sentimientos se necesita de un corpus anotado que indique las emociones que se expresan en el texto. Lamentablemente no existe tal corpus en el idioma español por lo que se propone tomar la iniciativa de realizar un proyecto de recolectar documentos que puedan conformar un corpus anotado de gran magnitud y con más emociones para un análisis más exhaustivo. Como complemento al presente proyecto de fin de carrera pueden recogerse oraciones creadas por niños de cuarto y quinto grado de primaria que indiquen las emociones que sienten al momento de escribirlas para así apoyar en la mejora de esta herramienta. Para validar los

resultados de clasificación, también debería contactarse con un psicólogo experto en el campo de las emociones durante el proceso de aprendizaje, de esta manera el análisis será más exacto y válido.

Si bien se realizó un pre procesamiento del texto utilizando la herramienta Freeling, podría ser una alternativa interesante que se analice el sentido de la oración para verificar si expresa correctamente las ideas, y así el mecanismo de detección de emociones podría ser aún más efectivo. Tomando en cuenta investigaciones pasadas, se puede analizar la complejidad y el sentido de las oraciones para mejorar la presente herramienta.

Para la mejora de los reportes, que puede ser una pieza clave para los profesores durante la etapa de conocer mejor a sus alumnos, se plantea utilizar herramientas de inteligencia de negocios para contemplar la gran cantidad de información que puede almacenarse y que puede servir como entrada para la creación de reportes útiles y de gran contenido. Inclusive las respuestas de los alumnos pueden servir como entrenamiento para el corpus, todo mediante la aplicación de la técnica predictiva de clasificación.

Referencias bibliográficas

- Agarwal, S. (2013). Data Mining: Data Mining Concepts and Techniques. *2013 International Conference on Machine Intelligence and Research Advancement*, 203–207. <http://doi.org/10.1109/ICMIRA.2013.45>
- Allenby, B. (2009). Personalized Education. *Proceedings of the IEEE International Symposium on Sustainable Systems and Technology, Phoenix, Arizona, May 18-20*.
- Altrabsheh, N., Cocea, M., & Fallahkhair, S. (2014). Learning Sentiment from Students ' Feedback for Real-Time Interventions in Classrooms, 40–49.
- Batool, R., Khattak, A. M., Maqbool, J., & Lee, S. (2013). Precise tweet classification and sentiment analysis. *2013 IEEE/ACIS 12th International Conference on Computer and Information Science (ICIS)*, 461–466. <http://doi.org/10.1109/ICIS.2013.6607883>
- Binali, H. H., & Potdar, V. (2009). A new significant area: Emotion detection in E-learning using opinion mining techniques. *2009 3rd IEEE International Conference on Digital Ecosystems and Technologies*, 259–264. <http://doi.org/10.1109/DEST.2009.5276726>
- Charoenpit, S., & Ohkura, M. (2013). A Proposal of New E-Learning System Design Focusing on Emotional Aspects Using Biological Signals. *2013 International Conference on Biometrics and Kansei Engineering*, 178–182. <http://doi.org/10.1109/ICBAKE.2013.35>
- Cummins, S., Burd, L., & Hatch, A. (2010). Using Feedback Tags and Sentiment Analysis to Generate Sharable Learning Resources Investigating Automated Sentiment Analysis of Feedback Tags in a Programming Course. *2010 10th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, 653–657. <http://doi.org/10.1109/ICALT.2010.186>

- D'Mello, S., & Graesser, A. (2012). Dynamics of affective states during complex learning. *Learning and Instruction, 22*(2), 145–157.
<http://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2011.10.001>
- Daradoumis, T., Arguedas, M., & Xhafa, F. (2013). Current Trends in Emotional e-Learning: New Perspectives for Enhancing Emotional Intelligence. *2013 Seventh International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems*, 34–39. <http://doi.org/10.1109/CISIS.2013.16>
- Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G., & Smyth, P. (1996). The KDD process for extracting useful knowledge from volumes of data. *Communications of the ACM*.
<http://doi.org/10.1145/240455.240464>
- Feidakis, M., & Daradoumis, T. (2012). Responding affectively in online learning situations.
- Feidakis, M., Daradoumis, T., Caballe, S., & Conesa, J. (2013). Measuring the Impact of Emotion Awareness on e-learning Situations. *2013 Seventh International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems*, 391–396. <http://doi.org/10.1109/CISIS.2013.71>
- Feidakis, M., Daradoumis, T., Caballé, S., Conesa, J., & Gañán, D. (2013). A dual-modal system that evaluates user's emotions in virtual learning environments and responds affectively. *Journal of Universal Computer Science, 19*(11), 1638–1660. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84884481526&partnerID=tZOtx3y1>
- Fiaidhi, J., Mohammed, O., Mohammed, S., Fong, S., & Kim, T. H. (2012). Opinion mining over twitterspace: Classifying tweets programmatically using the R approach. *Seventh International Conference on Digital Information Management (ICDIM 2012)*, 313–319. <http://doi.org/10.1109/ICDIM.2012.6360095>
- Firte, A. A., Bratu, C. V., & Cenan, C. (2009). Intelligent component for adaptive E-learning systems. *2009 IEEE 5th International Conference on Intelligent Computer Communication and Processing*, 35–38.
<http://doi.org/10.1109/ICCP.2009.5284788>

- Geen, R. G. (1968). Effects of Frustration, Attack, and Prior Training in Aggressiveness Upon Aggressive Behavior. *Journal of Personality and Social Psychology*, 9(4), 316–321. <http://doi.org/10.1037/h0026054>
- Happy, S. L., Dasgupta, A., Patnaik, P., & Routray, A. (2013). Automated Alertness and Emotion Detection for Empathic Feedback during e-Learning. *2013 IEEE Fifth International Conference on Technology for Education (t4e 2013)*, 47–50. <http://doi.org/10.1109/T4E.2013.19>
- Hauff, C., Berthold, M., Houben, G., Steiner, C. M., & Albert, D. (2012). Tweets Reveal More Than You Know : A Learning Style Analysis on Twitter, 140–152.
- Holmes, G., Donkin, A., & Witten, I. H. (1994). WEKA: a machine learning workbench. *Proceedings of ANZIIS '94 - Australian New Zealand Intelligent Information Systems Conference*, 357–361. <http://doi.org/10.1109/ANZIIS.1994.396988>
- Iepsen, E. F., Bercht, M., & Reategui, E. (2013). Detection and assistance to students who show frustration in learning of algorithms. *2013 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 1183–1189. <http://doi.org/10.1109/FIE.2013.6685017>
- Iovane, G., Salerno, S., Giordano, P., Ingenito, G., & Mangione, G. R. (2012). A Computational Model for Managing Emotions and Affections in Emotional Learning Platforms and Learning Experience in Emotional Computing Context. *2012 Sixth International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems*, 873–880. <http://doi.org/10.1109/CISIS.2012.207>
- Kalavathy, R., Suresh, R. M., & Akhila, R. (2007). KDD and data mining. *IET-UK International Conference on Information and Communication Technology in Electrical Sciences (ICTES 2007)*, (Ictes), 1105–1110. <http://doi.org/10.1049/ic:20070775>
- Kechaou, Z., Ben Ammar, M., & Alimi, A. . (2011). Improving e-learning with sentiment analysis of users' opinions. *2011 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 1032–1038. <http://doi.org/10.1109/EDUCON.2011.5773275>

- Kitchenham, B. (2004). Procedures for Performing Systematic Reviews.
- Kort, B., Reilly, R., Picard, R. W., Coleman, D., & Intelligence, E. (2001). An Affective Model of Interplay Between Emotions and Learning : Reengineering Educational Pedagogy-Building a Learning Companion, 43–46.
- Liu, S., & Wang, W. (2010). The Application Study of Learner's Face Detection and Location in the Teaching Network System Based on Emotion Recognition. *2010 Second International Conference on Networks Security, Wireless Communications and Trusted Computing*, (60970052), 394–397.
<http://doi.org/10.1109/NSWCTC.2010.97>
- Liu, Y., & Wang, W. (2009). The Application of Facial Characteristics Extraction in the Intelligent Network Teaching System. *2009 International Conference on Information Technology and Computer Science*, 134–136.
<http://doi.org/10.1109/ITCS.2009.35>
- Liu, Y., Wang, W., Liu, D., & Liu, S. (2010). The Study of Learners' Emotional Features in the E-learning System. *2010 Second International Conference on Networks Security, Wireless Communications and Trusted Computing*, 423–426.
<http://doi.org/10.1109/NSWCTC.2010.105>
- Martín, J. M., Ortigosa, A., & Carro, R. M. (2012). SentBuk : Sentiment analysis for e-learning environments.
- Ortigosa, A., Martín, J. M., & Carro, R. M. (2014). Sentiment analysis in Facebook and its application to e-learning. *Computers in Human Behavior*, 31, 527–541.
<http://doi.org/10.1016/j.chb.2013.05.024>
- Paramythis, A., & Loidl-reisinger, S. (2004). Adaptive Learning Environments and e-Learning Standards *.
- Pekrum, R. (1992). The impact of emotions on learning and achievement: Towards a theory of cognitive/motivational mediators. *Applied Psychology: An International Review*, 41(4), 359–376.

- Ray, A., & Chakrabarti, A. (2012). Design and Implementation of Affective E-Learning Strategy Based on Facial Emotion Recognition, 613–622.
- Song, D., Lin, H., & Yang, Z. (2007). Opinion Mining in e-Learning System. *2007 IFIP International Conference on Network and Parallel Computing Workshops (NPC 2007)*, 788–792. <http://doi.org/10.1109/NPC.2007.51>
- Tian, F., Gao, P., Li, L., Zhang, W., Liang, H., Qian, Y., & Zhao, R. (2014). Recognizing and regulating e-learners' emotions based on interactive Chinese texts in e-learning systems. *Knowledge-Based Systems*, 55, 148–164. <http://doi.org/10.1016/j.knosys.2013.10.019>
- Tian, F., Zheng, Q., Zhao, R., Chen, T., & Jia, X. (2009). Can e-Learner's emotion be recognized from interactive Chinese texts? *2009 13th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design*, 546–551. <http://doi.org/10.1109/CSCWD.2009.4968116>
- Vermun, K., Senapaty, M., Sankhla, A., Patnaik, P., & Routray, A. (2013). Gesture-Based Affective and Cognitive States Recognition Using Kinect for Effective Feedback during e-Learning. *2013 IEEE Fifth International Conference on Technology for Education (t4e 2013)*, 107–110. <http://doi.org/10.1109/T4E.2013.34>
- W. Keefe, J. (2007). What is personalization? *Phi Delta Kappa International, Inc.*, 89(November), 217–224.
- Yang, Z., Liu, Z., Liu, S., Min, L., & Meng, W. (2014). Adaptive multi-view selection for semi-supervised emotion recognition of posts in online student community. *Neurocomputing*, 144, 138–150. <http://doi.org/10.1016/j.neucom.2014.05.055>

Consultas a páginas web

Zavaleta, M. (07 de Marzo de 2014). El Comercio. Retrieved Setiembre de 2014 from <http://elcomercio.pe/economia/peru/tres-problemas-que-existen-sector-educacion-peru-noticia-1714189>

Unicef. (2012). Unicef. Retrieved Setiembre de 2014 from http://www.unicef.org/peru/spanish/children_3787.htm

Vigo, C. (Octubre de 2009). Inversión en la Infancia Perú. Retrieved Setiembre de 2014 from <http://inversionenlainfancia.net/blog/entrada/entrevista/32/0>

PISA. (2006). OCDE Mejores Políticas para una vida mejor. Retrieved Setiembre de 2014 from <http://www.oecd.org/pisa/39730818.pdf>

PISA. (2012). Retrieved Setiembre de 2014 from OCDE Mejores Políticas para una vida mejor: <http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results-overview.pdf>

Prensa, L. (04 de Diciembre de 2013). La Prensa. Retrieved Setiembre de 2014 from <http://laprensa.peru.com/actualidad/noticia-pisa-2012-nivel-educacion-peru-16594>

The University of Waikato. (2013). WEKA. Retrieved 30 de 10 de 2014 from <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>

Laravel. (2013). Laravel. Retrieved 15 de Marzo de 2015 from Laravel Comunidad en Español: <http://laraveles.com/docs/>

CD. (2013). Laravel Book. Retrieved Marzo de 2015 from Laravel Book: <http://laravelbook.com/>

Ruiz, C. R. (2013). EducaPeques. Recuperado el Marzo de 2015, de Portal de educación infantil y primaria: <http://www.educapeques.com>

SoftAula. (Octubre de 2013). SoftAula. Recuperado el Marzo de 2015, de <http://blog.softaula.net/frustracion-infantil-consejos-y-recursos-para-educar-en-el-aula/>