

# ANÁLISIS DE IMPLEMENTACIONES DE SISTEMAS TUTORES INTELIGENTES Y AFECTIVOS. REVISIÓN SISTEMÁTICA

## TUTORES INTELIGENTES AFECTIVOS

AUTORES: Jorge Pincay Ponce<sup>1</sup>

Pablo Pintado<sup>2</sup>

Julio Biset<sup>3</sup>

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: [jorge.pincay@uleam.edu.ec](mailto:jorge.pincay@uleam.edu.ec)

Fecha de recepción: 2019-06-28

Fecha de aceptación: 2019-07-26

### RESUMEN

Uno de los aspectos más importantes para el desarrollo de sistemas de tutoría inteligentes, además de su conocida computarización para dar tutoría a los estudiantes como lo haría un experto en enseñanza individualizada, es considerar el factor emocional en los estudiantes. Aunque la literatura muestra algunos avances a nivel de los modelos teóricos, el número de implementaciones de tales procesos es escaso, por lo que el objetivo de este trabajo fue identificar investigaciones que hayan implicado la implementación de sistemas tutores inteligentes afectivos en ámbitos educativos, mediante la detección del compromiso emocional del alumno mientras permanece en un entorno virtual de aprendizaje. La revisión sistemática de la literatura permitió sintetizar los estudios disponibles y proporcionar un marco para la realización de nuevas investigaciones, en tal sentido es de destacar el progreso de las implementaciones hasta obtener sistemas tutores cada vez más automatizados en lo que a acciones tutoriales se refiere, empleando modernas técnicas de análisis de datos e incluso la revisión de factores fisiológicos.

**PALABRAS CLAVE:** tutores inteligentes afectivos; computación afectiva; sistemas empáticos.

---

<sup>1</sup> Docente titular en la carrera de Ingeniería en Sistemas de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Manta, Manabí, Ecuador. Doctorando del Programa Doctorado en Informática de la Universidad Nacional del La Plata. Email: [jorge.pincay@uleam.edu.ec](mailto:jorge.pincay@uleam.edu.ec), [jorge.pincayp@info.unlp.edu.ar](mailto:jorge.pincayp@info.unlp.edu.ar). Código ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4711-8850>.

<sup>1</sup> Docente en la Escuela de Ingeniería de Sistemas, Facultad de Administración de Empresas, Universidad del Azuay. Cuenca, Ecuador. Doctorando del Programa Doctorado en Informática de la Universidad Nacional del La Plata. Email: [pablopintado@hotmail.com](mailto:pablopintado@hotmail.com), [pablo.pintadoz@info.unlp.edu.ar](mailto:pablo.pintadoz@info.unlp.edu.ar).

<sup>1</sup> Docente en la Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN). Doctorando del Programa Doctorado en Informática de la Universidad Nacional del La Plata. Tandil, Argentina. Email: [juliotandil88@gmail.com](mailto:juliotandil88@gmail.com), [julio.biset@info.unlp.edu.ar](mailto:julio.biset@info.unlp.edu.ar). Código ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5438-0411>

## **IMPLEMENTATIONS OF INTELLIGENT AND AFFECTIVE TUTORING SYSTEMS. SYSTEMATIC REVIEW.**

### **ABSTRACT**

One of the most important aspects for the development of intelligent tutoring systems, in addition to its known computerization to tutor students as an individualized teaching expert would, is to fully consider the emotional factor in students. Although the literature shows some advances at the level of the theoretical models, the number of implementations of such processes is scarce, so the objective of this work was to identify investigations that have involved the implementation of intelligent affective tutoring systems in educational settings, through the detection of the student's emotional commitment while remaining in a virtual learning environment. The literature systematic review made it possible to synthesize the available studies and provide a framework for the realization of new research, in this sense it is to highlight the progress of the implementations until obtaining tutors systems increasingly automated in terms of tutorial actions, using modern techniques of data analysis and even the revision of physiological factors.

**KEYWORDS:** Intelligent Tutoring Systems; affective computing; empathic systems.

### **INTRODUCCIÓN**

La tecnología es considerada como un facilitador para la personalización en la educación (Martinez, 2002), y en tal escenario emergen los Sistemas de Tutoría Inteligente, utilizados para realizar un seguimiento del proceso de aprendizaje de los estudiantes mediante el monitoreo de sus acciones y la consecuente creación de su perfil de aprendizaje.

Un Sistema de Tutoría Inteligente es un sistema computarizado que puede dar tutoría a los estudiantes como lo haría un experto en enseñanza individualizada y que simula los mejores ejemplos de buenas prácticas (Xiangjie, Zhiliang, Jun, & Xiuyan, 2006).

Sin embargo, hasta cierto punto, la personalización carece de la empatía requerida e ignora por completo el factor emocional en los estudiantes, lo que de implementarse resultaría una tecnología novedosa y empática que correlacione el compromiso con el aprendizaje (Carini, Kuh, & Klein, 2006; Xiangjie et al., 2006). De esto último, se puede encargar la denominada computación afectiva, que desde antes de 1997 crea computadoras que detectan, transmiten e incluso tienen estados emocionales (Webster, 1997).

La computación afectiva es un campo multidisciplinario en crecimiento que abarca ciencias de la computación, ingeniería, psicología, educación, neurociencia y muchas otras disciplinas, para explorar cómo los factores

afectivos influyen en las interacciones entre los humanos y la tecnología (Calvo, D'Mello, Gratch, & Kappas, 2015).

Las implementaciones para operativizar los estudios existentes son aún escasas, por lo que esta investigación tiene como objetivo revisar tales implementaciones, mediante un proceso de revisión sistemática de la literatura, que consiste en una secuencia definida y estricta de pasos metodológicos, desarrollados de acuerdo con un protocolo que implica una pregunta específica y predefinida (Corral, Antonelli, & Sánchez, 2017).

## MÉTODOS

La pregunta de base de esta revisión sistemática de literatura es ¿Qué implementaciones de sistemas Tutores Inteligentes Afectivos se han efectuado en escenarios educativos?

Las palabras clave y sinónimos que componen esta pregunta y que se utilizaron en la ejecución de esta revisión sistemática fueron: *intelligent tutoring, System, emotions, applied*; mismas que en la búsqueda respectiva en la base de datos de Scopus se introdujeron como "TITLE-ABS-KEY (intelligent AND tutoring AND system AND emotions AND applied)".

Al ser un tema de estudio relativamente nuevo no se consideró un rango de fechas específico de publicación de los estudios, sino el total de los encontrados, tampoco se diferenció entre los niveles educativos donde se han implementado las soluciones, es decir, si se trató de escuelas, colegios o universidades.

Para la selección del conjunto inicial de estudios, se hizo la lectura del título y el resumen de todas las publicaciones encontradas. Este conjunto inicial, se depuró mediante la lectura completa de cada publicación.

## RESULTADOS

Una vez ejecutada la revisión, las publicaciones cronológicamente ordenadas que se adaptan a los criterios de inclusión y exclusión previamente definidos son las siguientes:

- Año 2005: A probabilistic model of affective behavior for intelligent tutoring Systems (Hernández, Noguez, Sucar, & Arroyo-Figueroa, 2005).
- Año 2011: An emotional student model for game-play adaptation (Muñoz, Mc Kevitt, Lunney, Noguez, & Neri, 2011).
- Año 2012: Employing textual and facial emotion recognition to design an affective tutoring System (Lin, Wang, Chao, & Chien, 2012).
- Año 2012: Detecting naturalistic expressions of non-basic affect using physiological signals (AlZoubi, D'Mello, & Calvo, 2012).

- Año 2012: Language and discourse are powerful signals of student emotions during tutoring (D'Mello & Graesser, 2012).
- Año 2016: How to design affect-aware educational systems: The AFFINT process approach (Landowska, 2016).
- Año 2016: Towards an emotional engagement model: Can affective states of a learner be automatically detected in a 1:1 learning scenario? (Alyüz et al., 2016).
- Año 2017: The development of an affective tutoring system for Japanese language learners (Yu Chun & Hao-Chiang, 2017).
- Año 2017: An intelligent smart tutor system based on emotion analysis and recommendation engine (Meenakshi, Sunder, Kumar, & Sharma, 2017).
- Año 2018: Multimodal recognition of emotions with application to mobile Learning (Barron-Estrada, Zatarain-Cabada, & Aispuro-Gallegos, 2018).

A continuación, se proporciona la descripción resumida de cada uno de los estudios seleccionados, que se listaron en la sección precedente, de acuerdo con la información extraída.

*Investigación de (Hernández et al., 2005): "A probabilistic model of affective behavior for intelligent tutoring systems"*

Los autores de esta investigación propusieron un modelo general de comportamiento afectivo integrado a un sistema tutor inteligente, con el objetivo de brindar a los alumnos una respuesta o feedback adecuado desde el punto de vista pedagógico en función de unos estados afectivos. El conjunto de emociones consideradas en el modelo es el siguiente: alegría, angustia, orgullo y vergüenza.

El modelo integra la información del estado cognitivo y el estado afectivo del alumno, además de su situación tutorial, para decidir la mejor acción pedagógica. Hasta la publicación de este artículo, en 2005, ya había sido implementado el sistema de tutoría inteligente en un laboratorio virtual de enseñanza de mecánica, pero no se habían incluido los componentes afectivos.

Para la construcción del modelo de comportamiento afectivo, se utilizaron cuestionarios de personalidad y de modelos de emociones. La Figura 1 bosqueja el modelo de los autores y la

Tabla 1 relaciona las emociones detectadas con las acciones pedagógicas.

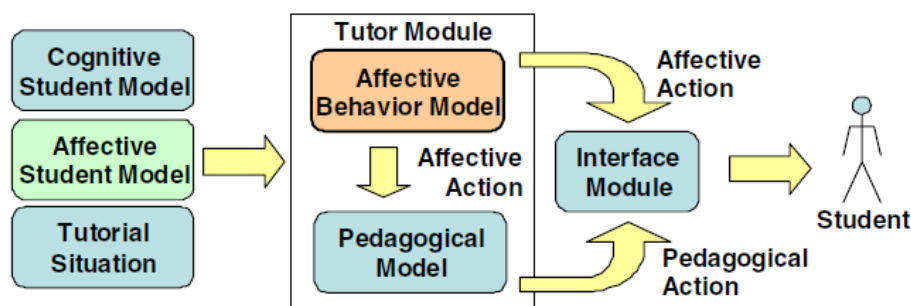


Figura 1: Modelo del tutor inteligente afectivo.  
Fuente: Hernández et al., (2005).

Tabla 1: Relación entre emociones y acciones pedagógicas.

Cases	Affective Action	Pedagogical action
1	Neutral	Present another exercise with higher difficulty level
2	Moderate	Present another exercise with same difficulty level
3	Moderate	Present another exercise with same difficulty level
4	Strong	Present another exercise with lower difficulty level
5	Neutral	Present another exercise with higher difficulty level
6	Neutral	Present another exercise with same difficulty level
7	Moderate	Present another exercise with same difficulty level
8	Strong	Explain the topic again, in another way

Fuente: Modelo de Hernández et al., (2005).

### Investigación de (Muñoz et al., 2011): "An emotional student model for game-play adaptation"

De acuerdo con los autores de esta investigación las emociones están profundamente entrelazadas con los factores cognitivos y motivacionales, mismos que se intentan reconocer y transmitir mediante tutores inteligentes para mejorar la capacidad de los estudiantes. En este artículo los autores recalcan que alrededor del año 2010, no estaba claro qué emociones eran relevantes para la experiencia de enseñanza-aprendizaje, ó, qué antecedentes y diferencias interpersonales intervienen en la determinación de una emoción.

En ese escenario, el modelado de los estudiantes implicaba incertidumbre, por lo que el modelo se basó en el Control-Valor de la teoría de las emociones de logro y empleó variables motivacionales y cognitivas para determinar una emoción (Figura 2). Luego, se aplicó un enfoque de modelo relacional probabilístico para facilitar la derivación de tres redes dinámicas bayesianas correspondientes a tres tipos de logros o emociones.

Es importante tener en cuenta que antes de interactuar con el primer desafío, que en general consistían en problemas de física resueltos en la plataforma PlayPhysics, tal cual se puede ver en la Figura 3, la única información disponible para inferir la emoción prospectiva del estudiante era

el resultado previo de experiencias en el dominio de temas específicos de la física.

Por ejemplo, con las creencias de los alumnos sobre la eficacia, las expectativas, el autoconcepto de sus capacidades y las actitudes hacia la física, se reportan resultados variables observables como el tiempo que emplean y en consecuencia se estiman las emociones prospectivas, es decir: alegría anticipada, esperanza, desesperanza, ansiedad y alivio anticipado.

Este proyecto se aplicó en un curso de Física de una carrera de Ingeniería, a un total de 66 estudiantes, de los cuales, 38 estudiantes reportaron sentirse en "alegría anticipadora" o "esperanza", mientras que los restantes 28 estudiantes reportaron sentirse con "ansiedad", "sin emoción", "alivio anticipado" o "desesperanza". El experimento fue detallado convenientemente por Muñoz et al., (2011).

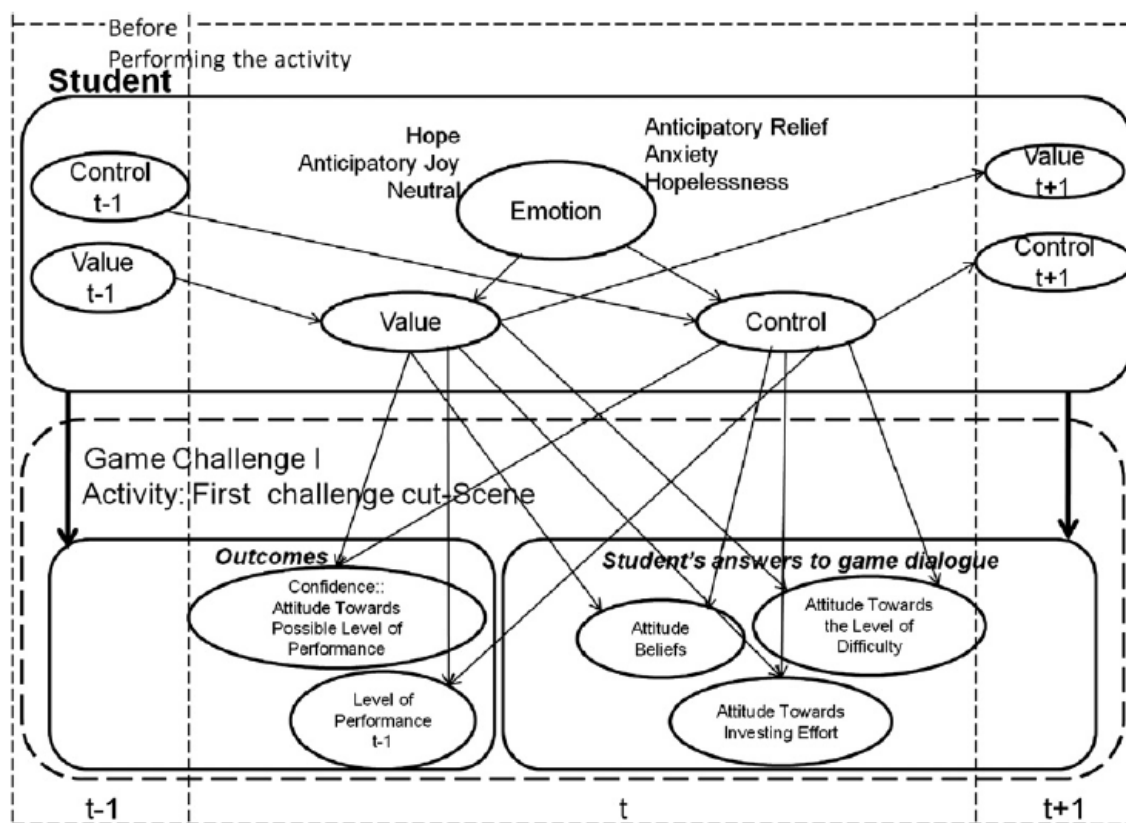


Figura 2: La teoría Control – Valor, adaptada al modelo de Muñoz et al., (2011).

Fuente: Muñoz et al., (2011).



Figura 3: Interfaz gráfica de usuario propuesta para el primer desafío de PlayPhysics y los personajes del jugador.  
Fuente: Muñoz et al., (2011).

### Investigación de Lin et al., (2012) "Employing textual and facial emotion recognition to design an affective tutoring system"

Los autores de esta investigación identificaron y aplicaron las expresiones emocionales de los alumnos en un sistema de tutoría inteligente, para observar su proceso de aprendizaje y dar respuestas adecuadas que flexibilicen la interacción del sistema de tutoría y el propio nivel de interacción humana. La propuesta de los investigadores, basada en computación afectiva, operaba de modo dual, esto es, mediante el reconocimiento de expresiones y emociones faciales y de la semántica del texto (Figura 4 y 5).

La semántica del texto se utilizó para entender el aprendizaje del alumno y permitir a los agentes de gestión del curso elegir estrategias de enseñanza y feedback más adecuados, en tanto que el reconocimiento de las expresiones faciales permitía a los agentes interactivos proporcionar mensajes de sonidos adecuados y animaciones con comentarios.

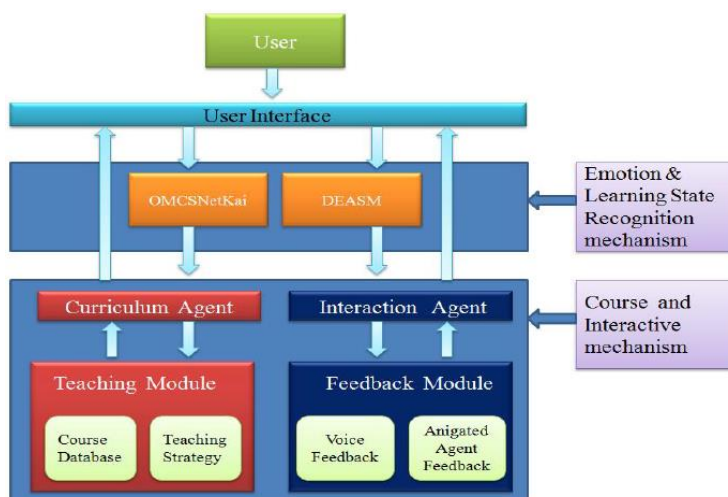


Figura 4: Partes principales de la propuesta. Curso y mecanismos interactivos, Emoción y reconocimiento del estado de aprendizaje.

Fuente: Lin et al., (2012).



Figura 5: Ejecución parcial del sistema resultante.  
Fuente: Lin et al., (2012).

Este trabajo se implementó en un curso de arte digital, donde se logró una mejora de la interacción humano-computadora.

Investigación de AlZoubi et al., (2012): "Detecting naturalistic expressions of no basic affect using physiological signals"

Según los autores de esta investigación gran parte de los estudios previos reportaban algún éxito en la detección del afecto, pero a partir de señales fisiológicas muchas veces inducidas o actuadas en lugar de espontáneas. Este estudio abordó dichos problemas mediante detectores de estados afectivos no básicos como el aburrimiento, la confusión, o la curiosidad; que fueron entrenados y validados con datos recopilados durante las interacciones entre 27 estudiantes y Auto Tutor, un sistema de tutoría inteligente con diálogos conversacionales.

Además de lo indicado, los investigadores evaluaron la eficacia de la detección de afecto mediante funciones de selección y técnicas de clasificación en tres señales fisiológicas, como lo son electrocardiograma (ECG), electromiografía (EMG), la respuesta galvánica de la piel (GSR) y sus



combinaciones (Cai, Liu, & Hao, 2009; Laparra-Hernández, Belda-Lois, Medina, Campos, & Poveda, 2009) (ver Figura 6), obteniendo como resultado que los clasificadores de K-vecinos cercanos y el clasificador lineal normal de Bayes (LBNC) tienen las mejores tasas de detección de efectos en este contexto.

Tabla 2: Resultados máximos de emociones reportados en todas las interacciones de los alumnos con el sistema

Emotion	Number of participants reporting this emotion	Average F1
Flow/engagement	19	.54
Boredom	16	.43
Neutral	17	.41
Curiosity	17	.36
Confusion	21	.36
Delight	5	.19
Frustration	13	.18

Fuente: AlZoubi et al., (2012).

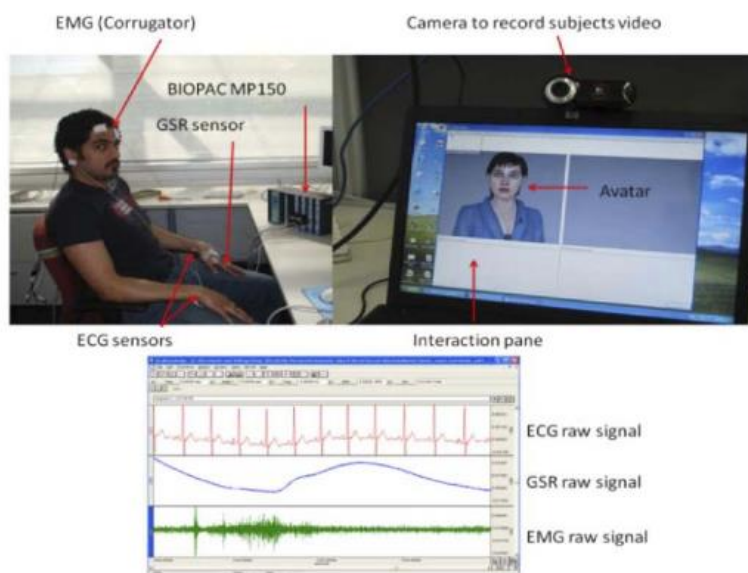


Figura 6: Montaje experimental y colocación de sensores.

Fuente: AlZoubi et al., (2012).

Investigación de D'Mello & Graesser, (2012): "Language and discourse are powerful signals of student emotions during tutoring"

Los autores de esta investigación exploraron la posibilidad de predecir las emociones de los estudiantes, como el aburrimiento, compromiso, confusión y frustración, mediante el análisis de texto en los diálogos de estudiantes y tutores durante la interacción en un sistema de tutoría inteligente (ITS). Después de completar una sesión de aprendizaje con el tutor, las emociones

de los alumnos fueron evaluadas por los propios alumnos (autoevaluaciones), compañeros sin entrenamiento y jueces entrenados.

En el estudio participaron 28 estudiantes de una universidad de Sídney que pertenecían a un curso de pregrado de introducción a la psicología.

Las transcripciones de los diálogos de los tutoriales se analizaron con cuatro métodos que incluían:

- 1) Identificar expresiones directas de afecto,
- 2) Alinear el contenido semántico de las respuestas de los estudiantes con términos afectivos,
- 3) Identificar términos psicológicos y lingüísticos que predicen el afecto (Tabla 3),
- 4) Evaluar las relaciones de cohesión que podrían revelar el afecto del estudiante.

Los autores destacaron la utilidad de un pequeño conjunto de predictores basados en texto para el diagnóstico del afecto estudiantil, y dejaron la puerta abierta de llevar el estudio a más alumnos de forma concurrente.

Tabla 3: Configuraciones psicológicas y lingüísticas

Psychological Features	Linguistic features
P1. Affect terms (happy, sad)	L1. Functions words
P2. Positive emo (love, nice)	L2. 1 st person singular pronoun (i, me)
P3. Negative emo (hurt)	L3. 1 st person plural pronoun (we, us)
P4. Anxiety (worried)	L4. 2 st person pronoun (you, your)
P5. Anger (hate, kill)	L5. 3 nd person singular pronoun (she, her)
P6. Sadness (crying, grief)	L6. 3 nd person plural pronoun (they)
P7. Cognitive terms (know)	L7. Impersonal pronoun (it, it's)
P8. Insight (think, know)	L8. Auxiliary verbs (am, will)
P9. Causation (because)	L9. Past tense (went, ran)
P10. Discrepancy (should)	L10. Present tense (is, does)
P11. Tentative (maybe)	L11. Future tense (will, gonna)
P12. Certainty (always)	L12. Adverbs (very, really)
P13. Inhibition (constrain)	L13. Prepositions (to, with)
P14. Inclusive (and, with)	L14. Conjunctions (and, but)
P15. Exclusive (but, without)	L15. Negations (no, not)

Fuente: D'Mello & Graesser, (2012).

Investigación de wska, (2016): "How to design affect-aware educational systems: The AFFINT process approach"

El autor de esta investigación adoptó el proceso de diseño de intervención afectiva en diez pasos (AFFINT) (Landowska, Szwoch, & Szwoch, 2016), al diseño de sistemas educativos sensibles al afecto. Los pasos AFFINT son:

1. Objetivos y tareas de la aplicación.
2. Activaciones emocionales efectivas.
3. Canales de entrada disponibles.

4. Técnicas de provocación de emociones disponibles.
5. Reconocimiento de granularidad de las emociones y métodos.
6. Canales de salida disponibles y metáfora de la interfaz.
7. Posibles intervenciones afectivas de una aplicación.
8. Reglas que activan la intervención afectiva.
9. Reglas de restricción de intervención afectiva.
10. Validación con usuarios finales.

Luego, las primeras nueve actividades listadas se implementaron en un videojuego educativo de Pixel Empire, desarrollado en la Universidad de Tecnología de Gdansk y enfocado a la educación en administración de finanzas empresariales.

En síntesis, el juego comienza con una simple productora, donde tanto la constante de desarrollo como los costos variables deben gestionarse en función de la manipulación del volumen de producción por parte del jugador, en pro de obtener un beneficio óptimo. El nivel de complejidad del software se produce al agregar más sitios, revistas, transporte y ventas, junto con la introducción progresiva y aleatoria de eventos positivos y negativos que requieren la reacción de los jugadores. El juego se pierde cuando el flujo de caja de la productora es negativo.

En esta aplicación se empleó cámaras HD para la detección de emociones.

Al final, el autor concluyó en que, si los objetivos educativos no están en peligro, y el alumno está motivado y decidido a seguir el camino del aprendizaje, no hay necesidad de la intervención emocional. En muchos contextos y niveles educativos, el componente afectivo es esencial para lograr los objetivos educativos. Además, cuando el estudio se implementó en 2017, el autor resaltó que las emociones humanas influyen en las interacciones con programas de ordenador, por lo que los procesos educativos apoyados con tecnologías están también bajo esa influencia (Landowska, Brodny, & Wróbel, 2017).

Investigación de Alyüz et al., (2016): "Towards an emotional engagement model: Can affective states of a learner be automatically detected in a 1:1 learning scenario?"

Los autores de esta investigación partieron de la premisa de que los estados afectivos de los estudiantes pueden influir en los resultados generales de aprendizaje de forma positiva o negativa; sin embargo, afirman que en un salón de clases donde hay un maestro y muchos estudiantes, dirigirse a los estados de cada individuo de manera oportuna, a menudo no es realista. Al mismo tiempo, resaltaron que las emociones básicas de ira, miedo, tristeza,

felicidad, disgusto y sorpresa, tal como las lista Ekman & Rosenberg (1997), no son directamente aplicables al dominio del aprendizaje, en tanto que los estados afectivos como aburrido, confundido y satisfecho se observan comúnmente durante el aprendizaje.

En la investigación se recolectó datos de 210 horas de clases de un curso de inglés de 20 estudiantes, extrayendo las características del contexto de rendimiento instructivo y complementándolo con la extracción de su apariencia ante una cámara, así como sus pulsaciones obtenidas con un dispositivo smartwatch; esto en el aula virtual de pruebas Classroom Management de Intel.

El procedimiento permitió obtener el compromiso emocional de los alumnos, y determinar si estaban satisfechos, aburridos o confundidos (ver Figura 7). Entre sus conclusiones los autores indicaron que la personalización es imprescindible para obtener un alto rendimiento emocional.

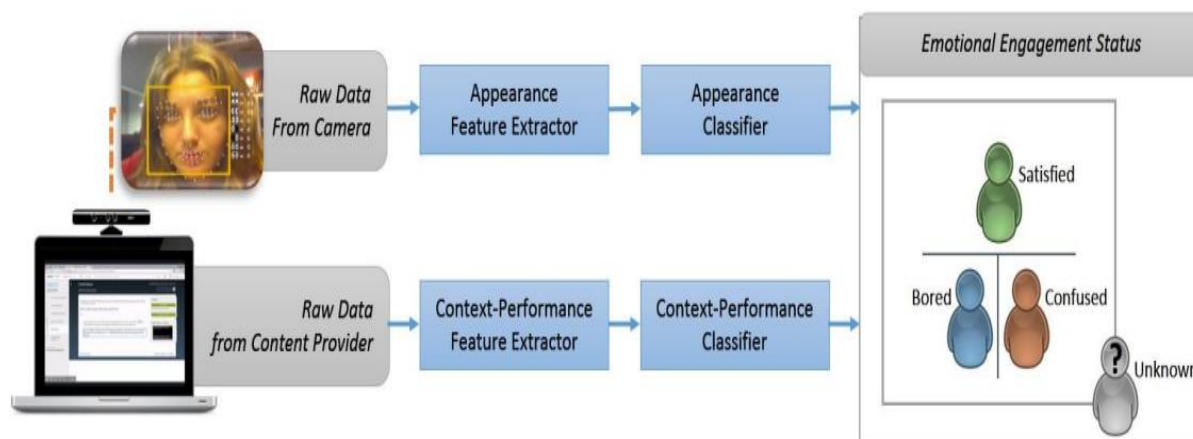


Figura 7: Esquema general del detector genérico de compromiso emocional.

Fuente: Alyüz et al., (2016).

Investigación de Yu Chun & Hao-Chiang, 2017: "The development of an affective tutoring system for Japanese language learners"

Según los autores de esta investigación el aprendizaje de una segunda lengua es una tendencia, pero al mismo tiempo puede ser algo frustrante y molesto para la mayoría de la gente, por lo que con su investigación pretendían que el aprendizaje de segundos idiomas fuese divertido e interesante, mediante la aplicación de computación afectiva en un sistema de tutoría inteligente.

El mencionado sistema se configuraba en sitios de almacenamiento en la nube, con la finalidad de eliminar barreras de tiempo y espacio a los alumnos, además de proporcionarles una adaptación del ambiente de aprendizaje. Adicionalmente, el estudio relaciona estilos de aprendizaje y emociones mientras se produce el aprendizaje del idioma por parte del alumno.

Al utilizar el sistema de tutoría afectiva japonesa, que principalmente se basa en audios, la emoción de los usuarios cambia con frecuencia, por ejemplo: antes de ingresar al sistema se sentirían felices debido a la emoción; nerviosos mientras aprenden; impotente, tristes y enojados mientras tienen problemas para aprender.

Investigación de Meenakshi et al., (2017): "An intelligent smart tutor system based on emotion analysis and recommendation engine".

Los autores de esta investigación utilizaron un sistema denominado "Smart Tutor", que maneja estados cognitivos y afectivos del estudiante y su evolución en el proceso de aprendizaje. A medida que el alumno avanza en su proceso de resolución de problemas, el sistema acciona el proceso de rastreo para identificar si el estudiante se desvió con respecto al modelo de dominio, si existe un desvío el sistema le ayuda en el ciclo de retroalimentación más corto para que el estudiante supere su deficiencia a través del motor de recomendación empleado en el sistema, y que funcionan en base a un medidor de habilidades que se actualiza en tiempo real.

El tutor acepta información desde el dominio y selecciona estrategias y acciones de tutoría, mientras el alumno puede solicitar orientación sobre qué hacer a continuación, esto se consigue con el proceso de rastreo. El procedimiento permite construir un perfil de fortalezas y debilidades del estudiante conforme se observa el rendimiento de este a lo largo de su interacción.

El sistema, que está dividido en la interfaz web que tiene módulos de Cuestionario (Quiz), Perfiles (Profile) y Temas de interés (Interest Topic), ver Figura 8, envía datos sobre los intereses del usuario al servidor donde se encuentra la lógica del negocio de motores de recomendación basado en la experiencia del registrado, así como Youtube Api Wrapper, que interactúa con la base de datos para almacenar o recoger recomendaciones ya generadas y mostrarlas mediante el módulo de perfil en la interfaz web.

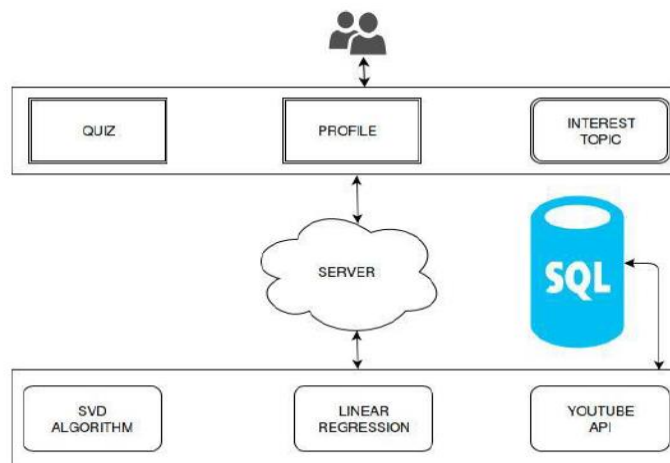


Figura 8: Arquitectura de Smart Tutor.  
Fuente: Meenakshi et al., (2017).

Investigación de Barron-Estrada et al., (2018): "Multimodal recognition of emotions with application to mobile learning"

Los autores de esta investigación presentaron una implementación inicial de un sistema de reconocimiento multimodal de emociones (ver Figura 9), a medida que los alumnos interactúan con dispositivos móviles. Las emociones que el sistema reconoce son el compromiso y el aburrimiento, los autores afirman que tales emociones son espontáneas y se dan cuando los alumnos interactúan con una aplicación móvil educativa llamada Duolingo y una aplicación de recopilación de información móvil llamada EmoData.

El sistema desarrollado tiene un porcentaje regular de efectividad para el reconocimiento de audio y reconocimiento de posición. La prueba de estos programas se hizo con diez alumnos del Instituto de Tecnología de Culiacán, del que siete eran hombres y tres mujeres de edades entre 18 a los 30 años.

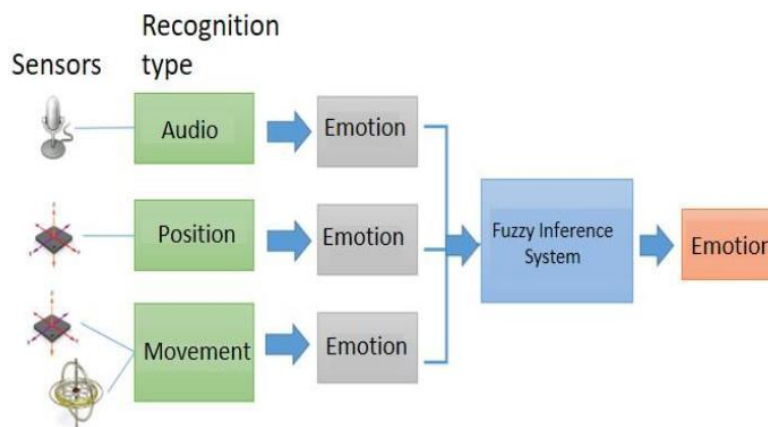


Figura 9: Sistema de reconocimiento multimodal de emociones.  
Fuente: Barron-Estrada et al., (2018).

A partir de la revisión sistemática mostrada se identifican algunos patrones comunes que evidentemente evolucionaron en el tiempo, junto con la telefonía móvil y sus aplicaciones de software, la resolución de las cámaras y los relojes inteligentes (Alyüz et al., 2016; Barron-Estrada et al., 2018), así como de la progresiva aplicación de algoritmos de análisis datos como lo son: algoritmos de conglomerados (AlZoubi et al., 2012), sistemas de recomendación (Meenakshi et al., 2017), redes bayesianas (AlZoubi et al., 2012; Muñoz et al., 2011) y regresiones lineales (Meenakshi et al., 2017).

En sentido similar también se ha empleado el análisis semántico de texto (AlZoubi et al., 2012; D’Mello & Graesser, 2012; Lin et al., 2012), además, en el año 2012 se publicaron varias implementaciones, destacándose de manera especial el empleo de señales fisiológicas que pretendían capturar un resultado espontáneo, al combinarlo con los diálogos profesor – alumnos en un sistema inteligente de tutoría

## DISCUSIÓN

Los estudios listados en esta revisión sistemática, que cronológicamente han ido desde el año 2005 hasta el año 2018, denotan un progreso en la incorporación de sistemas o mecanismos de reconocimiento de emociones en los sistemas de tutoría inteligentes.

Se connotan progresos técnicos como los mencionados al final de la sección precedente, yendo desde el empleo de cuestionarios y su posterior relación casi manual con los resultados de aprendizaje de los alumnos, hasta experiencias que se pueden decir son semiautomáticas.

Por otro lado, la aplicabilidad de las denominadas emociones básicas (Ekman & Rosenberg, 1997), de cierto modo se simplifica a la alegría anticipada, la esperanza, la desesperanza, la ansiedad y alivio anticipado. Aunque los estudios mostrados no han revelado mayores datos sobre la repercusión de las tutorías en el aprovechamiento de los alumnos implicados, algunos investigadores sugieren ir más allá de las calificaciones y centrarse en comprender los estados emocionales (Sridhar, Chan, Chua, Quin, & Nanayakkara, 2019).

En concordancia con el valor de empatía, también es de esperarse propuestas académicas holísticas, humanísticas e inclusivas que desde el momento de su concepción se orienten a celebrar la diversidad de la sociedad y enaltecer la nobleza de la educación para todos y para toda la vida, teniendo en cuenta condiciones básicas para el acceso de las personas con discapacidad a las tecnologías educativas, productos y servicios relacionados con la sociedad de la información (Pincay Ponce, 2018), como lo son los tutores inteligentes afectivos.

Si bien los estudios muestran avances importantes, se denotan retos como la capacidad de crear dominios generalizables y reutilizables (Johnston, Burke, Milham, Ross, & Salas, 2018), por sobre los estudios actuales que abordan asignaturas o áreas de estudio muy concretas, siendo probable que esto avance conforme emerjan nuevos conceptos y prácticas de tipo pedagógico.

## CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo fue identificar experiencias de implementaciones de sistemas tutores inteligentes afectivos en ámbitos educativos, mediante la detección del compromiso emocional del alumno mientras “consume” contenidos educativos. En tal virtud se presentan las siguientes conclusiones:

Los estudios revisados demuestran que las emociones que han sido estudiadas por un considerable tiempo, como lo son: desprecio, enojo, disgusto, tristeza, ansiedad, deleite, miedo y sorpresa; frecuentemente se reducen en número en los casos de estudio del ámbito educativo que se han sido presentados.

Aunque las implementaciones publicadas han sido apenas orientadas a alguna disciplina o asignatura en concreto, los investigadores han coincidido en que la personalización es imprescindible para obtener un alto rendimiento emocional y compromiso con el proceso de enseñanza aprendizaje, tanto por parte de profesores como de alumnos.

Las investigaciones de años recientes, tratadas en esta revisión, de alguna forma invitan a inspirar y desafiar al futuro con mecanismos que aumenten la motivación y mantengan la persistencia por parte de los actores educativos, especialmente de profesores y alumnos, en tal sentido, los tutores inteligentes afectivos se deben orientar hacia la creación de sistemas donde prevalezca el valor de la empatía por sobre la necesidad de generar calificaciones más altas entre los alumnos.

## BIBLIOGRAFIA

- Alyüz, N., Okur, E., Oktay, E., Genc, U., Aslan, S., Mete, S. E., ... Esme, A. A. (2016). Towards an emotional engagement model: Can affective states of a learner be automatically detected in a 1: 1 learning scenario? In *UMAP (Extended Proceedings)*.
- AlZoubi, O., D’Mello, S. K., & Calvo, R. A. (2012). Detecting naturalistic expressions of nonbasic affect using physiological signals. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 3(3), 298–310.
- Barron-Estrada, M. L., Zatarain-Cabada, R., & Aispuro-Gallegos, C. G. (2018). Multimodal Recognition of Emotions with Application to Mobile Learning. In *2018 IEEE 18th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)* (pp. 416–418). IEEE.
- Cai, J., Liu, G., & Hao, M. (2009). The research on emotion recognition from ECG signal. In *2009 International Conference on Information Technology and Computer Science* (Vol. 1, pp. 497–500). IEEE.
- Calvo, R. A., D’Mello, S., Gratch, J. M., & Kappas, A. (2015). *The Oxford handbook of affective computing*. Oxford University Press, USA.
- Carini, R. M., Kuh, G. D., & Klein, S. P. (2006). Student engagement and student learning: Testing the linkages. *Research in Higher Education*, 47(1), 1–32.



- Corral, M. A., Antonelli, L., & Sánchez, L. E. (2017). Ontologías de Salud y Sistemas de Información: Revisión Sistemática. *IEEE Latin America Transactions*, 15, 103–120.
- D’Mello, S. K., & Graesser, A. (2012). Language and discourse are powerful signals of student emotions during tutoring. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 5(4), 304–317.
- Ekman, P., & Rosenberg, E. L. (1997). *What the face reveals: Basic and applied studies of spontaneous expression using the Facial Action Coding System (FACS)*. Oxford University Press, USA.
- Hernández, Y., Noguez, J., Sucar, E., & Arroyo-Figueroa, G. (2005). A probabilistic model of affective behavior for Intelligent Tutoring Systems. In *Mexican International Conference on Artificial Intelligence* (pp. 1175–1184). Springer.
- Johnston, J. H., Burke, C. S., Milham, L. A., Ross, W. M., & Salas, E. (2018). Challenges and Propositions for Developing Effective Team Training with Adaptive Tutors’, *Building Intelligent Tutoring Systems for Teams (Research on Managing Groups and Teams, Volume 19)*. Emerald Publishing Limited.
- Landowska, A. (2016). How to Design Affect-Aware Educational Systems: The AFFINT Process Approach. In *European Conference on e-Learning* (p. 407). Academic Conferences International Limited.
- Landowska, A., Brodny, G., & Wróbel, M. R. (2017). Limitations of emotion recognition from facial expressions in e-learning context. In *9th International Conference on Computer Supported Education* (pp. 383–389).
- Landowska, A., Szwoch, M., & Szwoch, W. (2016). Methodology of affective intervention design for intelligent systems. *Interacting with Computers*, 28(6), 737–759.
- Laparra-Hernández, J., Belda-Lois, J. M., Medina, E., Campos, N., & Poveda, R. (2009). EMG and GSR signals for evaluating user’s perception of different types of ceramic flooring. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 39(2), 326–332.
- Lin, H.-C. K., Wang, C.-H., Chao, C.-J., & Chien, M.-K. (2012). Employing Textual and Facial Emotion Recognition to Design an Affective Tutoring System. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 11(4), 418–426.
- Martinez, M. (2002). Designing learning objects to personalize learning. *The Instructional Use of Learning Objects*, 151–171.
- Meenakshi, K., Sunder, R., Kumar, A., & Sharma, N. (2017). An intelligent smart tutor system based on emotion analysis and recommendation engine. In *IoT and Application (ICIOT), 2017 International Conference on* (pp. 1–4). IEEE.
- Muñoz, K., Mc Kevitt, P., Lunney, T., Noguez, J., & Neri, L. (2011). An emotional student model for game-play adaptation. *Entertainment Computing*, 2(2), 133–141.
- Pincay Ponce, J. I. (2018). Reflexiones sobre la accesibilidad web para el contenido educativo en los sistemas de administración de aprendizaje. *REFCaE: Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa. ISSN 1390-9010*, 6(1), 193–206. Retrieved from <https://tinyurl.com/yd52m9u2>
- Sridhar, P. K., Chan, S. W. T., Chua, Y., Quin, Y. W., & Nanayakkara, S. (2019). Going beyond performance scores: Understanding cognitive–affective states in Kindergarteners and application of framework in classrooms. *International Journal of Child-Computer Interaction*.
- Webster, C. (1997). Adaptive depression, affective computing, and intelligent processing. In *Intelligent Processing Systems, 1997. ICIPS’97. 1997 IEEE International Conference on* (Vol. 2, pp. 1181–1184). IEEE.
- Xiangjie, Q., Zhiliang, W., Jun, Y., & Xiuyan, M. (2006). An affective intelligent tutoring system based on artificial psychology. In *Innovative Computing, Information and Control, 2006. ICICIC’06. First International Conference on* (Vol. 3, pp. 402–405). IEEE.
- Yu Chun, M., & Hao-Chiang, K. L. (2017). The Development of an Affective Tutoring System for Japanese Language Learners. In *International Symposium on Emerging Technologies for Education* (pp. 363–371). Springer.