

Uso de patrones de reconocimiento de las emociones para apoyar la didáctica de enseñanza aprendizaje

Use of patterns of recognition of emotions to support teaching-learning didactics

DOI: <https://doi.org/10.18041/2619-4244/dl.24.5463>

Jorge Luis Mancilla Monsalve*

Resumen

Se presenta el desarrollo de una investigación aplicada en el ámbito de la teoría educativa apoyado por procesos en comunicación, que permita el mejoramiento de las estrategias de enseñanza en el ámbito superior técnico profesional o nivel terciario en educación, considerando el uso de patrones de reconocimiento para la captura de las emociones a través de las reacciones faciales de las personas, mediante dispositivos de visión artificial o cámaras en el aula, enmarcados en técnicas biométricas. Este proceso permite la captura de datos del estado del ánimo y disposición; de aspecto cualitativo, ante un estilo de didáctica por parte de las y los estudiantes y con cuyo análisis se logre recabar información que permita ajustar los procesos de enseñanza y aprendizaje en el ámbito terciario de la educación, con el fin de mejorar su calidad e impactar en el aprendizaje. En la publicación se expone el planteamiento del problema, el marco teórico y los objetivos y las metodologías de desarrollo para la investigación aplicada, considerando la herramienta para la implementación del piloto o prototipo de reconocimiento y las conclusiones.

Palabras clave: Aprendizaje; Comunicación; Emociones; Enseñanza.

Abstract

It presents the development of applied research in the field educational theory supported by processes in communication, which allows the improvement of teaching strategies in the higher professional technical or tertiary level in education, considering the use of recognition patterns for the capture of emotions through the facial reactions of people, through artificial vision devices or cameras in the classroom, framed in biometric techniques. This process allows the capture of mood and disposition data; of qualitative aspect, before a style of didactics on the part of the students and with whose analysis it is possible to gather information that allows to adjust the processes of teaching and learning in the tertiary level of education, to improve its quality and impact in learning. The publication exposes the problem statement, the theoretical framework and the development objectives and methodologies for applied research, considering the tool for the implementation of the pilot or prototype of recognition and conclusions.

Keywords: Learning; Communication; Emotions; Teaching.

¹ Artículo de investigación resultado del proyecto "Gestión del conocimiento como estrategia en el direccionamiento de los costos". FECHA RECIBIDO: 20/enero/2019. FECHA ACEPTADO: 16/marzo/2019

* Magister en TI, Doctor (E.) en Comunicación, Escuela de Informática y Telecomunicaciones DUOC-UC. Viña del Mar, Chile. Correo: jlmanmons@gmail.com

Como citar: Mancilla Monsalve, J. (2019). USO DE PATRONES DE RECONOCIMIENTO DE LAS EMOCIONES PARA APOYAR LA DIDÁCTICA DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE. *Dictamen Libre*, 14(24), 15 - 42. <https://doi.org/10.18041/2619-4244/dl.24.5463>



Introducción

El presente trabajo involucra el desarrollo de una investigación o estudio aplicado en el área de la teoría educativa apoyado por procesos de comunicación vinculada al ámbito del conocimiento, en el campo de las ciencias sociales y que permite la generación del mejoramiento de las estrategias de enseñanza en el nivel superior técnico profesional. Este proceso puede ser aplicado en ambientes educativos donde se pueda censar las expresiones faciales; en esta situación, cursos de especialidades técnicas y profesionales, con el objetivo de detectar las emociones (Ekman & Friesen, 1975), que conlleva a un mejoramiento de las estrategias de enseñanza a través de procesos de retroalimentación indicadores de tipo cuantitativos.

Dentro del ambiente nombrado anteriormente, se podrían considerar los cursos donde se aplique didáctica de tipo teórica, práctica, teórico-práctico o de otra índole; determinando, cuales didácticas son más efectivas, enfocados en apoyar a las competencias de egreso.

Esta captura de datos a objeto crear información puede ser efectuada utilizando técnicas de biometría, enfatizando en los patrones de reconocimiento para captura de las emociones a través de las expresiones faciales de las personas, mediante un conjunto de dispositivos de visión artificial o cámaras en el aula; enmarcados en los conceptos biométricos de reconocimiento de patrones definidos por Li y Jain (2011).

Este conjunto de cámaras permite la captura de datos del estado del ánimo y disposición, ante un tipo de didáctica por parte de las y los estudiantes y con cuyo análisis se logre recabar información de tipo cualitativa y crear el conocimiento, que permita ajustar los procesos de enseñanza y aprendizaje relacionados con la formación técnico profesional. Castells (1999, 2005) expresa que la revolución de la tecnología de la información tiene la capacidad de penetración en todo el ámbito de la actividad humana. Pero que esta tecnología no determina la sociedad, sino que esta depende de un complejo modelo de interacción, donde intervienen iniciativas de descubrimientos.

Del mismo modo, las sociedades del conocimiento y de la información generan marcos de referencia que impactan en los ámbitos culturales de las diversas sociedades, que recae finalmente en las personas que se forman de modo profesional y que han ido formando brechas de tipo tecnológica o digital y desigualdad social.

La Unesco (2013) destaca que, dentro del ámbito social, la educación transforma vidas y que, para un buen aprovechamiento de los beneficios más amplios de la educación, toda la sociedad debe tener la posibilidad de completar su enseñanza, partiendo desde los ciclos primarios, continuando a los secundarios y alcanzar la formación profesional, donde todo este proceso educativo debe ser de calidad, para conseguir el poder transformador del conocimiento.

Contextualización y aproximación epistemológica

Padrón (2007) considera que la epistemología debe ser concebida o asimilada a una teoría, con rasgos similares a las otras disciplinas científicas que estudia la producción del conocimiento, por lo tanto, no existen mayores diferencias entre decir epistemología y decir teoría de la producción del conocimiento científico (Padrón, 2013).

En aspectos del conocimiento, Kant presenta una fundamentación crítica del conocimiento científico y desde la perspectiva fenomenológica, en cambio Husserl, describe el sentido que la sociedad o mundo tiene

para el investigador (Lambert, 2006). Por lo tanto, la teoría del conocimiento viene a ser una explicación e interpretación filosófica del conocimiento humano, que busca aprehender la esencia general de un fenómeno concreto, donde, este conocimiento se presenta como una relación entre estos dos contextos integrado al dualismo de sujeto y objeto (Navarro y Pardo, 2009).

En la visión de los procesos en investigación y en el estudio de la ciencia, Kuhn(1975) realiza reflexiones del análisis filosófico respecto a los métodos y criterios clásicos, fomentando una renovación y actualización en la discusión sobre la racionalidad, el relativismo, la verdad y el realismo en la ciencia, ejerciendo una influencia en la concepción de una nueva ola de procesos y métodos en epistemología que viene a apoyar y aplicar los estudios que se realizan, donde la tecnología juega un papel importante en la efectividad del resultado de una investigación, sobre todo en su vertiente aplicada y pragmática, donde se prioriza la utilidad, la efectividad y el resultado del estudio usando herramientas de tipo tecnológica.

Este estudio o investigación aplicada requiere de un trabajo sistemático, fundamentado en los conocimientos existentes en las diversas fuentes, la observación, la experimentación y la experiencia práctica, recabar los saberes para alcanzar el objetivo propuesto y permitir reflexionar respecto al contexto de educación y su didáctica actual, monitoreada a través de herramientas de reconocimiento de patrones de expresión facial, enmarcados en el ámbito de la inteligencia artificial.

Proceso epistemológico en la educación

En el ámbito de la educación, el contexto epistemológico está relacionado al conocimiento que se produce basado en los métodos, técnicas, procedimientos y teorías que han hecho posible mejorar las condiciones de producción y validación. Establece una conexión entre las disciplinas científicas, comunica cómo se transmite el saber y la relación entre el sujeto cognitivo y el objeto a conocer y del sentido social del hecho educativo y su calidad para su mejoramiento y optimización. Del mismo modo, estudia todos los factores intra y extra-escolares que influyen en el proceso que aportan en cuanto a su autonomía y al fundamento científico de los métodos utilizados en la educación formal (Azócar, 2015).

En aspectos históricos y epistemológicos de los paradigmas y enfoques de investigación en educación, las entidades de educación son entidades sociales que generan conocimiento, por lo tanto, el quehacer investigativo debe enfatizar en la calidad y responsabilidad de la continuidad de los procesos, del mismo modo; sistematizar los procesos investigativos o de estudios para dar validez y confiabilidad a sus resultados, implica que los procesos epistemológicos deben ser intelectualmente productivos (Vélez, s.f.)

La epistemología en educación busca dar orientaciones para un proceso de enseñanza aprendizaje significativo, existiendo modelos y posturas de tipo: empírica, racionalista y la dialéctica. La primera, declara que el sujeto tiene características pasivas y que el conocimiento se adquiere de forma gradual y progresiva desde el exterior del ser. La postura racionalista, indica que una persona tiene conocimientos *a priori*, donde adquiere una función de mayor actividad, porque sus estructuras mentales construyen el conocimiento, y la dialéctica considera al sujeto como al objeto elementos en constante interacción, donde el sujeto construye el conocimiento a través de su actividad y que este conocimiento es continuo, progresivo y en constante evolución (Abreu, Gallegos, Jácome & Martínez, 2017).

El estudio está ligado al desarrollo, mejoramiento e innovación de las didácticas educativas y la generación de competencias, por lo tanto, en el ámbito del saber, se desprenden dos conceptos: la gnoseología y la epistemología, el primero está relacionado al saber científico, en cambio, el aspecto epistemológico

se ocupa de los fundamentos y procedimientos de todas las ciencias, propiciando el ambiente para la integración de la ciencia, de la filosofía y de las humanidades. Del mismo modo, encausa la forma de adquirir y justificar el conocimiento, afronta sistemáticamente los problemas y soluciones (Vélez, 2012). Finalmente, de acuerdo a Morín (2010) el proceso educativo requiere que el conocimiento se globalice y contextualice en todas las aéreas del pensamiento, a objeto que el conocimiento no se desagregue de los rasgos de sentimientos, emociones y afectividad en lo moral y social. Por lo tanto, es requisito adecuar los métodos, técnicas y estrategias a los estilos de enseñanza y aprendizajes de las y los estudiantes, objeto validar las limitaciones y potencialidades de cada individuo.

Proceso epistemológico en la emocionalidad del ser

El vínculo epistemológico entre los estudios del cuerpo y la emocionalidad del ser plantea la importancia de comprender al individuo desde sus emociones, analizando su individualización y subjetividad y que cubre una gama de sensaciones que van desde el miedo hasta la alegría y desde la intolerancia hasta la solidaridad. De este modo, se identifican mecanismos de dominación desde sus aspectos más privados y emotivos, como de sus contextos diferenciados culturalmente. Las aproximaciones teóricas del cuerpo y del análisis por medio del estudio de lo social, permite evaluar comportamientos en base a los sentimientos más contradictorios y paradójicos que posee un individuo (Loayza, 2013).

Ekman (2017) describe que las expresiones faciales son un recurso vital y necesario para comprender el papel de las emociones en las relaciones entre las personas. También, destaca que las emociones pueden ser consideradas como procesos psicológicos y que están mediadas por una serie de procesos expresivos, neurofisiológicos, de valoración y de regulación del comportamiento humano. Por lo tanto, la interacción humana con el entorno es básicamente emocional, las características distinguibles de la cognición humana respecto a otros seres, está definida en este plano bajo características de tipo cualitativa, al grado tal que quienes han comprendido este hecho, han aprovechado dicha vinculación para ser medidas a través de algún patrón de reconocimiento de expresiones humanas y por herramientas de las TIC.

Martin de Diego, Serrano, Conde y Cabello (2006, p. 110), expresan que

Las emociones rigen casi todos los modos de comunicación humana: las expresiones faciales, los gestos, las posturas, el tono de voz, la elección de las palabras, la respiración, la temperatura corporal”, por otro lado, expresan que “las emociones alteran el mensaje transmitido, y en ocasiones lo importante no es el mensaje en sí, sino el modo en que este mensaje es transmitido. Martin de Diego, *et al.* (2006, p. 110),

Lo anterior implica, que las expresiones y gestos pueden ser parametrizadas, a objeto de generar una escala de valoración y permitir ajustar algún factor de valencia, con el propósito de detectar con más exactitud el significado de la expresión facial, sea esta: neutra, agradable o desagradable, triste, alegre, enojada, por nombrar algunas y, que puede ser censada por algún implemento reconocedor de expresiones humanas, a través de patrones de inteligencia artificial para su posterior análisis.

Ekman formula su planteamiento sobre la universalidad de las emociones humanas definidas en primera instancia en: sorpresa, ira, asco, alegría, tristeza y miedo. Posteriormente a dicha segmentación, incorpora la emoción del desprecio. Consecuentemente, crea un código de reconocimiento, conocido como: *Facial Action Coding System* (FACS), de utilidad universal para analizar los movimientos expresivos del rostro y que está implementado en muchas herramientas de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) de tipo experta.

Estudio aplicado de evaluación de las emociones para apoyo en la didáctica docente

Para dar sustento al estudio aplicado se propone un proceso que permita responder a los retos que demanda la educación, de generar una mejor vinculación con el medio, la búsqueda de mejoramiento de competencias y productividad profesional. Ante la diversidad de perspectivas de tipo epistemológico en las ciencias sociales, el estudio se orienta bajo un paradigma interpretativo simbólico (Habermas, 1982).

El estudio responde a un diseño de tipo constructivista cuya estrategia de investigación aplica técnicas e instrumentos cualitativos para captura de datos y que deriva en un análisis de contenido temático con el uso de herramientas y procesos de las TIC (Rodríguez, Martínez, Lozada, 2009), desarrolladas desde un punto hermenéutico.

Los rasgos destacables están enmarcados en: la flexibilidad, totalidad, proximidad, dialéctica e interés hermenéutico. El rasgo de flexibilidad permite la toma de decisiones que mejor se adapten al objeto de estudio. En el aspecto de totalidad, una visión holística permitirá formar un contexto de decisiones sin perder la centralidad del objeto de estudio. La proximidad, representa la inmediatez de la comprensión. La dialéctica, la búsqueda continua de contrastación entre los elementos de diseño de modo crítico, y finalmente, el interés hermenéutico en la búsqueda de la comprensión y de sentido en el objeto de estudio para alcanzar la construcción conceptual del estudio.

El desarrollo del estudio considera tres etapas o fases. La primera, de tipo exploratoria que involucra la captura de datos por medio de cámara de alta resolución conectados a computadores o de modo independiente. La segunda fase está relacionada al contexto constructivista, en base a la información capturada en terreno de modo cualitativa y transformarla a través de herramientas TIC y de inteligencia artificial a un contexto cuantitativo, objeto construir los índices y de cuya evaluación desarrollar el conocimiento de la experiencia práctica. Lo anterior, permite formular y ajustar la pregunta de investigación que orienta la investigación. La tercera fase está relacionado al carácter dialéctico, objeto generar las validaciones para emigrar desde un contexto subjetivo a uno inter objetivo, donde se contrastan los resultados con la construcción del conocimiento a través de la implementación piloto y las herramientas de inteligencia artificial integrada a la aplicación de contexto TIC.

En el estudio del tema de evaluación de las expresiones humanas para el apoyo a la didáctica educativa, por medio de herramientas de análisis de las emociones, puede permitir mejoras en los resultados académicos y, por ende, aumento de las competencias de egreso de los educandos.

En el aspecto pedagógico, Ricoeur (2005) presenta lineamientos para dimensionar de un modo holístico este hecho, presenta los elementos esenciales para comprender con mayor amplitud el objetivo del estudio. Expresa que el sujeto de la educación y los agentes educativos pasan a ser constructores y protagonistas de la realidad histórica social, dada que tiene la capacidad de la toma de decisiones y de cambio.

Lo anterior implica mejorar las estrategias didácticas que aporten a las competencias de egresos de los estudiantes y elaborar la contextualización y justificación del estudio, donde se definen los argumentos referentes al ámbito de la educación superior técnico profesional, las herramientas de reconocimiento de las emociones representadas para el análisis facial por medio de la evaluación y análisis desarrolladas por las herramientas definidas anteriormente.

Planteamiento del problema

Actualmente, en Latinoamérica, la educación es considerada un proceso primordial para generar competencias y, con ello, un agente de movilidad y avance social.

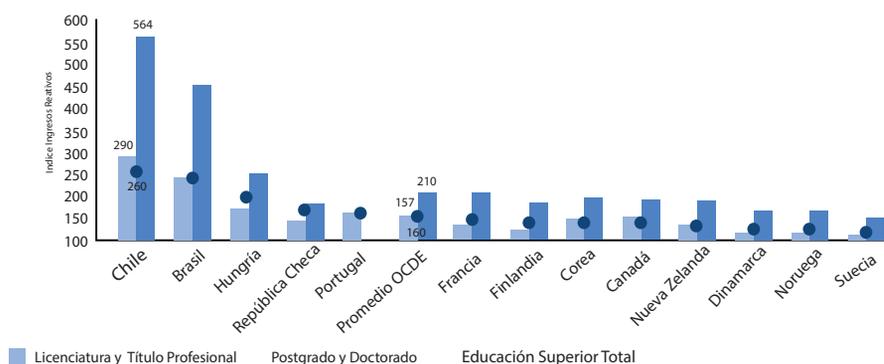
Esto ha permitido sacar de la pobreza, impactar y mejorar su sistema de vida a una parte de la sociedad en estos últimos 30 años; del mismo modo, se ha ido posicionando en las personas como una forma válida de mejoramiento y escalamiento en el ámbito laboral y social (OCDE, 2015; OECD360. Chile, 2015).

Fernández, d’Alençon, Cassorla, Araneda y Sanhueza (2014) destacan un trabajador que posee una mejor capacitación es retribuido monetariamente de mejor forma respecto a un trabajador sin preparación. Por otra parte, a base de un análisis comparativo del Education at a Glance 2015 (Ocde, 2015a), con referencia a datos del 2013; previa a la reforma educacional en Chile, en el gráfico 1 se presenta un estado de los ingresos relativos de los egresados de distintos niveles de educación, mostrando que quienes poseen algún título de educación superior reciben un salario equivalente a 2,6 veces el sueldo de aquellos que solo completaron educación media; manteniendo el índice de acuerdo a lo definido por Fernández, mientras que el promedio de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) fue de 1,6 veces.

Del mismo modo, se observa una alta diferencia en favor de quienes poseían algún estudio de postgrado, equivalente a 5,6 veces; cuando el promedio OCDE fue de 2,1 veces. Por tanto, el estudio muestra que Chile fue el país que durante el 2013 presentó mayor retorno de ingresos para quienes poseían un título de educación superior, seguido por Brasil. Así, ambos países se ubicaron muy por sobre el retorno registrado por el promedio OCDE.

Gráfico 1. Salarios de Ingresos

Gráfico de Salarios de Ingresos relativos de trabajadores con educación superior completa, por nivel de educación superior alcanzado o cursado



Fuente: recuperado de Mineduc (2015b, pág.7).

Canals (2017, p 32) expresa que: “la educación afecta al crecimiento económico de manera directa, en la medida en que es un elemento clave en la mejora del capital humano”, implicando que la educación y preparación académica es imprescindible para el mejoramiento personal, profesional y social. Este capital

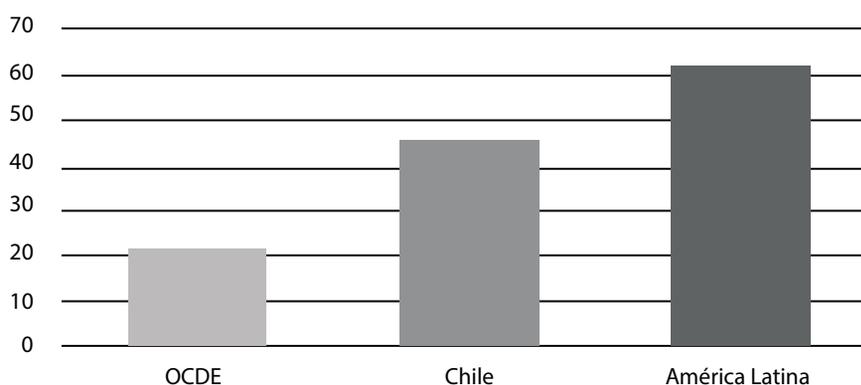
humano conformado por los factores de conocimiento, habilidades y hábitos permite un aumento de la productividad de los trabajadores que la poseen y que se traduce en un incremento en el factor económico.

Canals detalla que el nivel de competencias adquiridas a través de los procesos de aprendizaje y el impacto de la tecnología y la comunicación, han facilitado el mejoramiento del capital humano y, consecuentemente, el aumento en los niveles de productividad. Esto ha permitido crear las bases del crecimiento de algunas naciones, como es el caso de los países patrocinantes y pertenecientes a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y otras de tipo emergentes. Por otra parte, el documento de *Estudios Económicos de la OCDE-CHILE*; OCDE (2015), muestra los porcentajes de estudiantes a nivel internacional que no alcanzan el nivel mínimo de habilidades que le permita conseguir las suficientes competencias para un desempeño profesional.

En el gráfico 2 se presenta el estado de bajo rendimiento de los estudiantes, que refleja que los países de la OCDE alcanzan alrededor de un 22 % en falencias de habilidades, mientras que Chile se eleva a un 44 %, duplicando ese índice. Pero un aspecto negativo relevante de un 62 %, lo posee el conglomerado de Naciones de América Latina. Si bien Chile es el país con mejor desempeño en América Latina, aún está por debajo del promedio OCDE. Por lo tanto, es posible apreciar que los estudiantes de América Latina, en general, poseen una notoria brecha negativa de habilidades, respecto al grupo OCDE.

Por otro lado, OCDE (2015, p.4) señala que “a pesar del fuerte crecimiento económico, Chile sigue siendo una sociedad altamente desigual en cuestión de ingreso, riqueza y educación”; de la misma forma, destaca que “la desigualdad va pasando de una generación a otra, reduciendo las posibilidades de ascender en la escala social”. Lo descrito anteriormente permite evidenciar que la calidad de la educación ha ido generando brechas sociales, dado que el acceso a los mejores estamentos educacionales está reservado para los núcleos o familias de mayores ingresos, mientras que la degradada a los núcleos de bajos recursos. Lo que es una muestra general de lo que se representa en la sociedad latinoamericana.

Gráfico 2. Porcentaje de estudiantes que no alcanza el nivel mínimo de habilidades.



Fuente: recuperado de OCDE (2015b, p.4).

En el aspecto de educación, Eisner (2000) expresa que para Bloom (1985), la misión del educador consiste en disponer las condiciones del entorno para ayudar a que se desarrollen las aptitudes que tuviesen los individuos. Por lo tanto, el desarrollo de las capacidades humanas que permiten la creatividad de las y los estudiantes es, en parte, el papel del docente. A base de ello, la estrategia o didáctica que pueda

aplicar el docente y los aprendizajes que pueda lograr el discente, requiere de la construcción de un ambiente que permita asegurar las competencias de egresos. Por lo tanto, implica conocer cómo aprenden, cuáles son las actividades y procesos diferenciadores que se transforman en aprendizajes significativos y aportan a la formación de las y los estudiantes.

Mecanismos de sondeo de didáctica a través de herramientas de reconocimiento facial

Existe, un gran desafío para las y los docentes de la formación de nivel superior técnico profesional: diseñar y aplicar técnicas y métodos de enseñanza específicos y de las habilidades que se quieran plasmar, por medio de una didáctica técnica de tipo diferenciada, pero que requiere de un monitoreo continuo para evidenciar su efectividad en el aula. Estas actividades de monitoreo del comportamiento, de los educandos ante una cátedra y que influye en su resultado final, pueden ser ejecutadas utilizando técnicas biométricas dinámicas, de reconocimiento de rasgos conductuales, a través del uso de patrones de reconocimiento facial y analizados a través de algoritmos de inteligencia artificial.

Hjelmas (2001) describe que el reconocimiento facial es el proceso de identificación biométrica de una o un conjunto de personas en imágenes o vídeos mediante análisis, evaluación y comparación de patrones, donde, los algoritmos de reconocimiento facial normalmente extraen las características significativas faciales y las comparan con información contenida o almacenada en una base de datos y/o conocimiento para obtener atributos coincidentes que se pueden utilizar para el mejoramiento de estrategias de negocio, marketing y/o enseñanza.

Los datos capturados respecto al comportamiento humano en el ámbito señalado, al ser almacenados en una base de datos, pueden ser analizados para generar los resultados que permitirá proporcionar una retroalimentación y ajustar las estrategias docentes en el aula y así mejorar los resultados en las competencias profesionales que apunten a mejorar los aprendizajes de egreso para las y los estudiantes del ámbito técnico profesional.

Pregunta de investigación

¿De qué manera un ambiente de didáctica, auditado por herramientas de reconocimiento facial, apoya a los procesos de enseñanza aprendizaje y el mejoramiento de competencias de egreso en estudiantes de educación técnico profesional?

Ámbito organizacional bajo estudio o aplicable=

Las y los estudiantes considerados para este estudio, enmarcado en una investigación aplicada de tipo social en educación, son del área de informática y computación, de la Fundación Departamento Universitario Obrero Campesino (DUOC-UC) . En 1968 DUOC-UC se funda con el objetivo de dictar cursos de capacitación profesional dirigidos a sectores obreros y dueñas de casa, que no tenían acceso a estudios universitarios.

En la actualidad, DUOC-UC (2017) es una institución del ámbito educacional terciario cuyo signo distintivo se expresa en un proyecto educativo que reconoce, como responsabilidad inherente, el constituirse en un paradigma de gestión privada en el ámbito de la educación superior técnico profesional, como expresión del principio de libertad de enseñanza, así descrito en el modelo educativo institucional. Este proyecto

educativo proporciona una formación conforme a una modalidad de enseñanza que enfatiza en los aspectos prácticos por sobre los especulativos y familiariza a las y los estudiantes con las tecnologías de punta aplicables a cada especialidad, habilitándolos para efectuar aportes concretos y útiles a la industria y sociedad.

Escenario actual del problema

Es necesario conocer la importancia que en la actualidad se le da al manejo y uso de patrones de reconocimiento facial del ámbito biométrico para mejoramiento de estrategias, no solo para la aplicación en los aspectos didácticos de los currículos de enseñanza, sino que en toda la gama de proyectos de investigación de tipo cualitativo como cuantitativo.

El reconocimiento de las emociones basadas en las reacciones faciales de las personas mediante un dispositivo de visión artificial permite identificar y registrar la reacción emocional, al momento de observar o interactuar en una actividad didáctica, cuyos resultados son de utilidad para detectar el comportamiento de una persona o educando en el aula, con el fin de detectar qué tipo de acción docente le atrae, le disgusta o se muestra neutra.

El reconocimiento de expresiones faciales orientados a la emocionalidad de las personas, considera un proceso de percepción, categorización y formación de nuevos conceptos, a base de los estudios desarrollados por Ekman y Friesen (1975); Izard (1971, 1979) y Matsumoto y Ekman (2009, pp.69-72). Por lo tanto, es importante destacar que la aplicación de patrones de reconocimiento podría generar un aporte en la aplicación, mejoramiento o eliminación de estrategias en las áreas de educación, con el fin de entregar información objetiva, a base de índices del comportamiento emocional para la construcción de estrategias didácticas orientadas al fortalecimiento de las competencias.

En este sentido, se requiere de un trabajo que plantee las aproximaciones enmarcadas en el ámbito de investigación aplicada y su implementación, que aborde los elementos de reconocimiento de patrones como aporte en la detección de tendencias del proceso de aprendizaje y que consideren aspectos de análisis, diseño, implementación y formulación de estrategias de desarrollo del conocimiento, las habilidades y actitudes en el manejo de la información del comportamiento de las y los educandos en ambientes de aprendizaje. En atención a lo cual, es posible esperar que los resultados obtenidos post captura, evaluación y análisis de los datos, generen los índices determinantes para el mejoramiento o modificación de estrategias en la enseñanza y que impacten en las actividades académicas.

Mejoramiento en las prácticas docentes

De acuerdo con la declaración y visión de la Unesco (2017), la educación transforma vidas y ocupa el centro mismo de su misión, consistente en consolidar la paz, erradicar la pobreza e impulsar el desarrollo sostenible. Del mismo modo, la Unesco enuncia que el conocimiento y la información tienen un impacto significativo en las vidas de las personas. El intercambio de conocimiento e información, en particular a través de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), tiene el poder de transformar las economías y las sociedades. La Unesco (2005) persiste en sus políticas e iniciativas de crear sociedades del conocimiento integradoras y para mejorar las competencias de las comunidades locales aumentando el acceso, la preservación y el intercambio de información y conocimiento en todos sus ámbitos de competencia, destacando que la sociedad del conocimiento debe apoyarse en cuatro pilares: la libertad

de expresión, el acceso universal a la información y al conocimiento, el respeto a la diversidad cultural y lingüística, y una educación de calidad para toda la sociedad.

Los métodos tradicionales como las clases magistrales, la memorización y la repetición, en vez de fomentar las competencias transferibles como el pensamiento crítico, reducen la calidad de la enseñanza. En cambio, con clases más interactivas, se mejoran los planes de enseñanza y se aprovechan mejor los recursos didácticos por parte de las y los estudiantes y docentes, permitiendo mejores resultados, aumento de las competencias y generar la innovación. Por lo tanto, de acuerdo con Educar Chile (2012), se deben elaborar estrategia y su retroalimentación para la formación y capacitación de los docentes, objeto que todos los educandos puedan aprender de un modo más efectivo.

A base del contexto de educación definido por Unesco y la emergencia educativa enmarcado en el documento de *Proyecto Educativo del Instituto Profesional DUOC-UC; DUOC-UC (2016)*, las casas de estudio deben formar personas para la vida y no sólo para el trabajo, y comprende su tarea formativa en el ámbito técnico profesional desde la perspectiva de una educación de calidad y que impacte en el aprendizaje de los estudiantes y su formación integral.

Estas estrategias deben considerar las orientaciones a raíz del uso de la tecnología que permitan soportar procesos de recolección, selección, evaluación y análisis del comportamiento de las y los estudiantes en la clase, mientras se dicta un currículo establecido para su enseñanza. El registro de la actividad didáctica es posible lograrlo, en parte, a través de la aplicación de dispositivos de reconocimiento de las emociones y de las reacciones faciales de las personas, mediante elementos de visión artificial y patrones biométricos de detección de las expresiones faciales diseñado para dicho efecto.

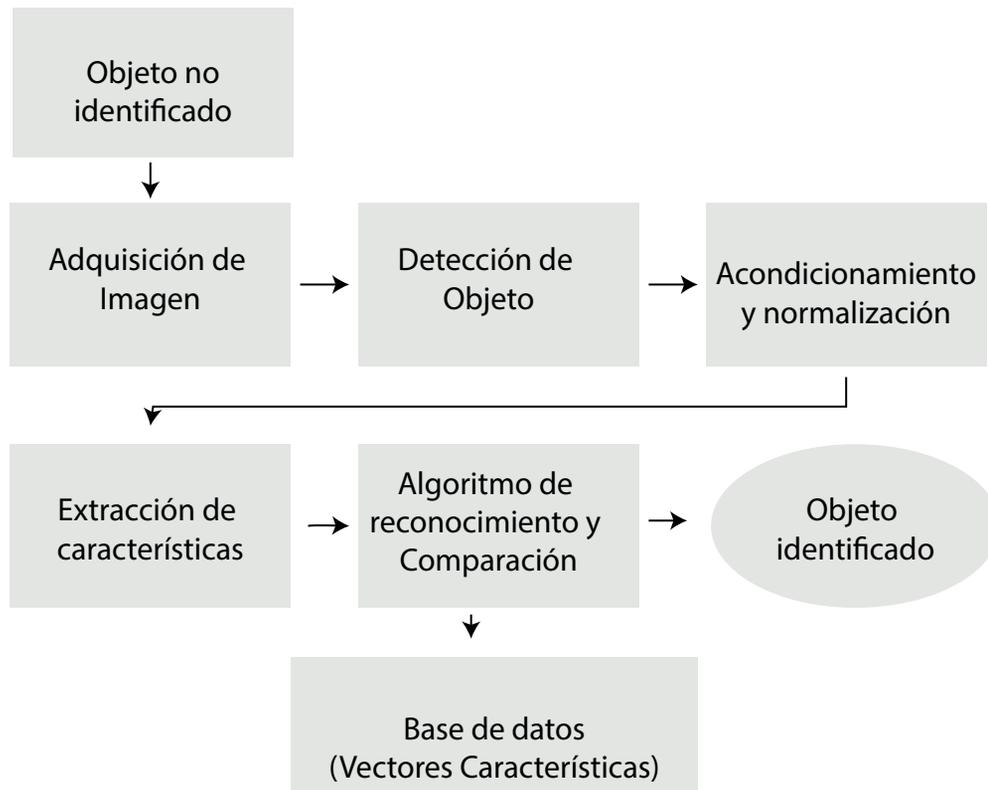
Gracias al análisis de las emociones de los individuos es posible identificar y registrar la reacción emocional en tiempo real al momento de observar o interactuar con el elemento de captura, además, junto con los identificadores (género, rango etario, entre otros), es posible segmentar los resultados obtenidos, con el propósito de evaluación y de toma de decisión a base de las reacciones de las y los estudiantes con el fin de reconocer qué aspecto de la didáctica es más efectiva. Una vez obtenido los resultados es posible generar las estrategias, retroalimentaciones y ajustes al proceso didáctico que se ejecuta y la recomendación para que las clases sean mejoradas y que aporten a la calidad requeridas para que aporten en las conductas de egreso y competencias de las y los estudiantes.

Marco teórico y estado del arte de herramientas de reconocimiento

Los avances en el ámbito de la tecnología e informática han puesto de manifiesto nuevas formas de apoyo a las estrategias de educación en el ámbito superior técnico profesional, a raíz de los procesos de análisis de comportamiento humano, especialmente en la evaluación de aspectos emocionales de las personas, con la aplicación de diferentes técnicas de biometría, poniendo énfasis en el reconocimiento de patrones faciales, que permitan capturar información relevante para el análisis y desarrollo de estrategias en el ámbito educacional.

Ottado (2010) expresa que el reconocimiento de patrones biométricos es un método para la identificación de individuos mediante características faciales. Este análisis puede ser desarrollado por diversas herramientas de forma práctica y aplicada a diversas disciplinas, donde se requiera utilizar el reconocimiento de rostros y sus emociones.

Figura 1. Modelo funcional de adquisición, evaluación y reconocimiento de imágenes.



Fuente: elaboración propia a base de Li y Jain (eds), 2011, pág. 4, y https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_reconocimiento_facial

Para Li y Jain (2011), el reconocimiento facial puede ser un objeto tridimensional que está sujeto a diferentes grados de luminosidad, posicionamiento, expresiones y otros factores que necesita ser identificada a partir de patrones generados de las imágenes adquiridas. Por otro lado, las imágenes de características bidimensionales se usan comúnmente en la mayoría de las aplicaciones, por lo tanto, ciertas aplicaciones que requieren mayores niveles de seguridad exigen el uso de imágenes tridimensionales (profundidad o rango) o imágenes ópticas más allá del espectro visual.

El proceso de reconocimiento facial consta de las siguientes actividades, a saber: adquisición de la imagen, detección de objeto, acondicionamiento y normalización de datos, extracción de características, algoritmo de reconocimiento y gestión de la base de datos (Shakhnarovich y Moghaddam, en Li y Jain, 2011), El modelo funcional de modo general puede apreciarse en la figura 1, donde:

La fase de adquisición de imagen permite la captura de los datos biométricos del objeto o rostro observado, cuya resolución de captura es dependiente de la tecnología y las características ambientales y de condiciones (Garrido & Becker, 2017), tales como: la iluminación, expresiones, envejecimiento y maquillaje de las personas bajo escrutinio.

La detección del objeto de ejecuta a través de un pre procesamiento de la imagen adquirida, que depende de las condiciones ambientales y físicas, a objeto de acondicionar y normalizar la imagen y, posteriormente extraer las características más importantes del rostro, que son pasados a la etapa de reconocimiento, donde se aplican los algoritmos especializados para la evaluación de patrones biométricos.

El reconocimiento procede al comparar una imagen de consulta con cada modelo por etapas. Por lo tanto, se estima la distancia entre la imagen de la consulta y la imagen más aproximada almacenada en la base de datos que el modelo puede producir. En este proceso, un algoritmo especializado procede a generar la solución de la evaluación para indicar que el objeto fue o no identificado por la coincidencia de patrones y su resultado almacenado para un posterior análisis.

Herramientas y patrones de reconocimiento

El reconocimiento de patrones es parte del ámbito de la Inteligencia Artificial (IA), y esta última es una de las ramas de la ciencia de la informática con raíces en las áreas de la lógica y las ciencias cognitivas.

Los patrones de reconocimiento facial basan sus procesos en algoritmos orientados a extraer los rasgos característicos del rostro nos que decantan en factores estadísticos para definir o determinar la emoción predominante durante el sondeo de datos.

Shannon (1948), en su publicación *Una teoría matemática de la comunicación*, describe que la información puede definirse y medirse como noción científica, lo que dio pie para el nacimiento de la *Teoría de la información* que abarca aplicaciones en diferentes disciplinas.

Actualmente, estas disciplinas abarcan los ámbitos cualitativos y cuantitativos, cuyo proceso es de carácter lógico matemático, que centra su interés en los aspectos técnicos que contribuyen al campo de la inteligencia artificial, integrado a la telecomunicación y la teoría de código; permitiendo con ello, la unión de la electrónica y la lógica, donde el ámbito de la comunicación es un gran beneficiado por el uso de sus procesos, técnicas y herramientas como medio de evaluación.

Li y Jain (2011) destacan que el análisis de patrones incluye la detección de rostros y su expresión facial y se ha convertido en un tema muy activo en la investigación computarizada y cuyos procesos pueden aplicarse a áreas de estudios sociales o de negocio, aplicando análisis cualitativo y cuantitativo a sus resultados. Este reconocimiento de patrones faciales se desarrolla a través de dispositivos de visión artificial con el objetivo de obtener la información requerida para la evaluación del impacto que producen ciertas acciones ante el público, lo cual se implementa por medio de dispositivos de proyección digital y que toma la información en los primeros segundos en que un individuo lo visualiza.

Técnicas de reconocimiento “Eigenfaces” y “Fisherfaces”

Eigenfaces es un algoritmo o proceso matemático desarrollado en 1987 por Sirovich y Kirby (1987) y utilizada por Matthew Turk y Alex Pentland para la clasificación e implementación con un lenguaje de programación, la detección de rostros y características faciales de éste, basándose en los vectores propio de una imagen, donde realiza un cotejo de los elementos a comparar, con el contenido de una base de datos previamente normalizada y estandarizada para dicho proceso.

En sus estudios presentan imágenes del rostro basada en un conjunto de muestras digitales, donde se le aplican diferentes filtrados para reducir las distorsiones producidas por las altas frecuencias de la digitalización. Por lo tanto, es posible obtener una imagen más nítida, mediante la técnica de filtrado y normalización para el enfoque y desenfoco de la imagen.

Algunas ventajas de este enfoque proporcionan la capacidad de aprender y luego reconocer nuevos rostros o facciones de una manera no supervisada, y que se puede implementar utilizando una arquitectura de redes neuronales. Esta red neuronal de tipo artificial es un grupo interconectado de nodos similar a la red de neuronas en un cerebro humano y cuyo objetivo es dar solución a los problemas de la misma manera que el cerebro lo efectúa, de modo abstracto y con capacidad de entrenamiento y auto aprendizaje. Este auto aprendizaje permite generar patrones para la solución de problemas, que resuelven una amplia variedad de tareas, como la visión por computador y el reconocimiento de objetos, que son difíciles de resolver usando la programación estructurada o basada en reglas.

Reconocimiento de elementos de expresión y emoción humana

Ekman y Friesen (1975) y Ekman (2017) destacan que las emociones pueden ser consideradas como procesos psicológicos complejos y que están mediadas por una serie de procesos expresivos, neurofisiológicos, de valoración y de regulación del comportamiento humano. Esta valoración puede tener algún factor de valencia, es decir: ser neutral, agradable o desagradable y que puede ser censada por algún implemento reconocedor de patrones de inteligencia artificial para su posterior análisis.

La emoción es un proceso biológico que se genera por recuerdos, experiencias de tipo positiva o negativa, empatía, educación adquirida o por normas y relación social que impera en el entorno, modificando la manera en que se percibe la sociedad. Del mismo modo, una emoción es breve, pero cuando se expresa de forma reiterada y continua, es cuando se caracteriza como estado de ánimo.

Altarriba (2016) en el artículo *Paul Ekman y el rostro de las 7 emociones* destaca que Ekman reconoce que las emociones principales son **siete**, a saber: tristeza, ira, sorpresa, miedo, asco, desprecio y alegría. La mayor contribución en el estudio de las emociones demuestra que este proceso biológico se refleja de forma muy similar en cualquier cultura y raza, del mismo modo, a continuación, se define cada una de ellas:

La **tristeza**, se refleja en la expresión facial y en la voz; considerando ambos procesos humanos, se conforma una llamada de apoyo o acto de resiliencia lanzada a los demás.

La **ira** desestabiliza emocionalmente a las personas, implicando entrar en una rápida escalada de tipo violenta, por tanto, hace que sea considerada como la emoción más peligrosa.

La **sorpresa** es la más breve de todas las emociones y tiene una función adaptativa en el medio ambiente, permitiendo afrontar situaciones inesperadas, del mismo modo, es también una respuesta adaptada al medio social, que, al estar mal regulada, puede resultar en una respuesta conductual disfuncional o patológica.

El **miedo** o **temor** responde a la percepción de una amenaza de daño físico o mental y la reacción que suele provocar es esconderse o huir. Esta emoción está caracterizada por una intensa sensación desagradable provocada por la percepción de peligro, real o supuesto, que puede tener raíces pasadas, presentes y/o futuras y es causante de la ansiedad.

El **asco** es una emoción de desagrado de gran poder para condicionar el comportamiento ante ciertos alimentos o condiciones de higiene. Genera una condición de prevención y protección.

El **desprecio** es una intensa sensación o manifestación de falta de respeto, reconocimiento y aversión y que incluye una crítica mordaz, muchas veces malintencionada y sin una causa sólida que la respalde.

La **alegría** o **felicidad**, suele ir acompañada de una carga de energía positiva que genera o mejora el estado de ánimo para potenciar el optimismo. La alegría presenta diversos grados: diversión, excitación, alivio, asombro, éxtasis, gratitud y elevación del ánimo.

Reconocimiento, evaluación y generación de índices biométricos

Los dispositivos de evaluación de emoción usan las expresiones faciales observadas como entrada para calcular la probabilidad de ellas a través de un sistema de codificación de acción facial. La herramienta de software o aplicativo genera un mapeo de expresiones faciales a emociones básicas que representan la alegría, la tristeza, la sorpresa, el miedo, la ira, el disgusto y el desprecio. Una expresión facial puede tener un efecto positivo o negativo sobre el valor de probabilidad de una emoción. La métrica de valor o valencia de probabilidad se calcula sobre la base de un conjunto de expresiones faciales observadas que permite un aumento o disminución del valor probabilístico.

Como aspectos de muestra, para mejorar la probabilidad ante una medición de expresión de comportamiento humano, se considera la sensación de sonrisa y aumento de tamaño de las mejillas, en cambio, para bajar el grado de probabilidad se considera las expresiones de: levantamiento de cejas, fruncir ceño, arrugar o ariscar la nariz.

La tabla 1 de unidades de acción de la parte superior del rostro, presenta muestras del conjunto de expresiones y emociones definidos por Ekman y Friesen, consideradas para el estudio y cuya la relación entre las expresiones faciales y los predictores de emociones pueden verse de modo textual.

Por lo tanto, cada emoción comprende una serie de gestos o movimientos faciales que permiten a los elementos de biometría reconocerlos y almacenarlos en la base de datos, del mismo modo, cada emoción puede definirse en función de un grado de activación generado por el organismo y el tipo de respuesta, ante la acción didáctica de una cátedra y que se contrastan con los patrones previamente almacenados para generar las estadísticas donde se presenten cuales actividades llamaron más la atención, en base a las muestras que se requerirán para proporcionar la retroalimentación.

Carletta (1996) destaca que el Coeficiente kappa es una medida estadística que ajusta el efecto del azar en la proporción de la concordancia observada para elementos cualitativos de variables categorizadas; para nuestro caso bajo estudio, las unidades de acción o UA representada por la acción muscular del rostro y normada en el Facial Action Coding System (FACS) de Ekman.

Tabla 1 Unidades de acción FACS, relacionada a la sección superior frontal y en su región ocular del rostro y sus coeficientes asociados.

Unidades de acción de la parte superior del rostro						
AU	Descripción	Imagen de ejemplo	Integración entre evaluadores (Factor o coeficiente Kappa) (Ventana de tolerancia en segundos)			
			1/30	1/6	1/3	1/2
1	Levantamiento de ceja parte inferior		.73	.79	.81	.83
2	Levantamiento de ceja parte exterior		.66	.71	.74	.76
3	Bajada o depresión de cejas		.58	.64	.67	.70
4	Levantamiento del párpado superior		.68	.76	.79	.82
5	Levantamiento de mejillas o carrillos		.72	.78	.82	.85
6	Ténsionamiento de párpado(s)		.44	.49	.53	.56

Fuente: elaboración propia a base de Ambadar, Cohn y Ekman (2005, págs. 36-40).

Representación de descriptores de unidades de expresión facial para el estudio

El sistema de codificación facial o FACS; (Ekman, Friesen y Hager, 2002), especifica o taxonomiza los movimientos faciales por aspectos del rostro de las personas y sintetiza este modelo en 9 unidades de acción en la parte superior y 18 en la parte inferior del rostro, Además, hay 14 puntos extras de complemento a los movimientos de tipo primarios como elementos descriptores de apoyo para la determinación de algún estado emocional.

Ekman, Friesen y Hager, dan pie para modelar y representar las expresiones faciales. Una tabla general de las emociones elementales afectadas por las unidades de acción se presenta a continuación; tabla 2.

En la tabla 2 puede verse en detalle cada una de las emociones y a qué sector y acción anatómica de los músculos faciales corresponde. Del mismo modo, pueden apreciarse las notaciones de intensidad que puede asumir cada una de ella.

Tabla 2. Unidades de acción y sus intensidades asociadas, basadas en el FACS de Ekman y Friesen.

Emoción	Unidades de acción	Descripción de expresiones faciales	Notac.	Intensidad
Felicidad	6+12	<ul style="list-style-type: none"> Levantamiento de mejillas, Estiramiento labial esquina. 	A	Mínimo
Tristeza	1+4+15	<ul style="list-style-type: none"> Levantamiento interior de ceja, Bajar cejas, Depresión labial esquina. 	B	Leve
Sorpresa	1+2+5B+26	<ul style="list-style-type: none"> Levantamiento interior de ceja, Levantamiento exterior de ceja, Levantamiento párpado superior leve, Caída de la mandíbula. 	C	Pronunciado
Miedo	1+2+4+5+7+20+26	<ul style="list-style-type: none"> Levantamiento interior de ceja, Levantamiento exterior de ceja, Levantamiento párpado superior, Apretar párpados, Bajar cejas, Apretar los labios, Caída de la mandíbula. 	D	Severo o extremo
Coraje	4+5+7+23	<ul style="list-style-type: none"> Bajar cejas, Levantamiento párpado superior, Apretar párpados, Morder labios. 	E	Máximo
Disgusto	9+15+16	<ul style="list-style-type: none"> Arrugar la nariz, Depresión labial esquina, Depresión labial frontal. 		
Desprecio	12A+14A	<ul style="list-style-type: none"> Tiramiento labial esquina mínimo, Hoyuelo facial mínimo 		

Fuente: elaboración propia a base de Ambadar, Cohn y Ekman (2005, pág. 38-40).

Las unidades de acción o AU desarrolladas, definidas y actualizadas por las intensidades de FACS se anotan añadiendo las letras A-E (para la intensidad mínima-máxima) y números para la unidad de acción; por ejemplo, AU 1A es la traza más débil de AU 1 y AU 1E es la máxima intensidad posible para el gesto facial de las emociones elementales, con sus respectivas unidades de acción, a base de las expresiones del rostro, resultado de la interacción muscular de la anatomía facial.

Hipótesis

El reconocimiento de patrones faciales para la evaluación del comportamiento de las y los estudiantes en aula, ante una acción didáctica, puede permitir el mejoramiento de las prácticas en educación en los contextos educativos de nivel técnico profesional.

Objetivos

Objetivo general

Optimizar la didáctica pedagógica, enfocada a las competencias de egreso de las y los estudiantes de programación de computadores, considerando el uso de patrones de reconocimiento faciales mediante un conjunto de dispositivos de visión artificial (arreglos de cámaras) en el aula.

Objetivos específicos

Implementar un ambiente de reconocimiento facial a través de cámaras para censar el comportamiento y expresión de las personas por medio de un sistema biométrico que almacenará dicho contexto en una estructura de base de datos.

Aplicar los algoritmos *eigenfaces* y *fisherfaces* para determinar los patrones de reconocimiento facial y generar el análisis y resultado pos recolección de datos.

Desarrollar procedimiento para generar la retroalimentación de los procesos didácticos, objeto ajustar la práctica docente.

Metodologías de desarrollo para la investigación aplicada en educación a través de reconocimiento facial.

La investigación se diseña a partir de un modelo interpretativo (Habermas, 2010, pp. 159 – 181), que enfatizará la comprensión e interpretación de la realidad educativa desde los significados de las personas implicadas en los contextos educativos, intenciones, motivaciones y otras características del proceso educativo observables directamente a través del reconocimiento de patrones faciales, que evidencian gestos, estados de ánimos susceptibles de experimentación y sondeo. Del mismo modo, se busca entender la complejidad inherente a las relaciones que surgen entre el ambiente de aprendizaje diseñado a partir de las herramientas educativas y el desarrollo de competencias con la retroalimentación, en el manejo de la información capturada y evaluada por los algoritmos de inteligencia artificial, integrados a las herramientas de procesamiento de datos.

Esta investigación está enmarcada dentro de un enfoque mixto, que en cuyo proceso se recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio para responder a un planteamiento del problema de acuerdo a lo definido por Hernández, Fernández y Baptista (2010). Del mismo modo, conjuga una interpretación holística de la realidad en torno al ambiente de aprendizaje diseñado y a su vez conlleva un estudio de tipo experimental con un grupo control, con el fin de identificar en qué medida el ambiente de aprendizaje contribuye al desarrollo de las competencias de egreso.

En el aspecto cuantitativo se realizará un análisis de causa efecto, dado que los estudiantes de las asignaturas seleccionadas para el estudio serán monitoreados con sensores o cámaras que estarán conectados a un arreglo digital o de visión computarizada que irá almacenando en un contenedor de datos, todos los detalles de reconocimiento humano referente al comportamiento ante un tipo específico de cátedra o de proceso educativo. Por tanto, este enfoque tiene como cualidad la generalización de resultados, el control sobre los fenómenos capturados por los patrones de reconocimiento, la precisión, la réplica y la predicción de resultados, de acuerdo a lo definido por Kazdin (2001).

Basado en lo descrito anteriormente, se recolectan datos y la selección de información, a través de la aplicación de reconocimiento experto, que genere un estudio de carácter descriptivo que sirvan de antecedentes para el diseño de los índices cuantitativos y permitir comprobar la hipótesis antes mencionada y que aporte al proceso de retroalimentación para ir ajustando las estrategias pedagógicas que apoyen a la práctica y didáctica docente.

Las muestras extraídas desde las cámaras o arreglos de *visión artificial* permitirán el estudio de los rasgos característicos que surgen en el contexto estudiado para entender los elementos estructurales del fenómeno

educativo y sus implicancias en el contexto pedagógico. Por tanto, se puede dar validez al enfoque mixto adoptado como soporte epistemológico y metodológico del presente estudio.

La población o las muestras de esta investigación estarán compuesta por conjuntos de hasta 20 alumnos por cátedra en laboratorios de computación e informática, del ámbito técnico profesional, considerando al menos 10 cursos o asignaturas de tipo teórico, teórico-práctico y netamente práctico. Las muestras del estudio serán de carácter no probabilístico, teniendo como base el uso de patrones faciales y con algoritmos de tipo "eigenfaces".

El tipo de muestreo utilizado considera grupos con características etarias similares o próximas, para el desarrollo del proyecto dentro de las cuales se encontrarán los rangos de edades, entre los 18 y 25 años, en primera instancia, para luego generalizarla en los cursos vespertinos. Del mismo modo, se empleará esencialmente las técnicas e instrumentos de recolección de datos automatizados por software con la intención de lograr la triangulación de ellos a través de filtros que se desarrollarán para permitir una segmentación y poder obtener una mayor comprensión del fenómeno observado. Las técnicas e instrumentos que se utilizarán en la investigación serán las siguientes:

Observación: se utiliza el protocolo de observación como instrumento de recolección de información con la intención de comprender los procesos, vinculaciones entre los participantes en los contextos sociales y culturales en los cuales ocurren las experiencias de aprendizaje para constatar elementos que inciden o favorecen el desarrollo de competencia de egreso.

Entrevista semi-estructurada: se aplica con el objetivo de indagar los factores que inciden o favorecen el desarrollo de las competencias profesionales en el ambiente de aprendizaje mediado por el reconocimiento de patrones biométricos para indagar en el tipo de metodología didáctica para generar las correcciones, modificaciones o eliminar ciertas prácticas en aula que no son muy aceptadas por la audiencia y aplicada a los estudiantes de currículos técnico profesional.

Materiales, artefactos y recursos para el estudio

En la actualidad existe una diversidad de herramienta de reconocimiento facial que identifica estado anímico de las personas, basadas en procesos biométricos, que, de modo efectivo, la aplicación experta determina emociones, tales como: enojo, desprecio, miedo, sorpresa, neutralidad, tristeza, felicidad, ansiedad, entre otras características propias de comportamiento y expresión humana, basada en patrones de discriminación.

El tipo de aplicación o software a utilizar para llevar a cabo la investigación aplicada, ámbito de la educación puede ser de tipo fuente abierta y/o propietaria; siendo las primeras sin costo o con aportes y/o contribución para su desarrollo y las segundas (propietarias) con valor comercial dependientes de los servicios que se les pueda configurar.

Entre las comerciales, la que puede servir para la captura y detección de rostros, extracción de características, reconocimiento de rostros es Matlab (2017) y, que tiene un costo de 2.350 dólares aproximado. Teniendo una versión libre de costo, para muestras y creación de prototipos cuya licencia dura 60 días, luego de ello, si desea desarrollar un modelo de reconocimiento facial, necesariamente se debe adquirir el producto de *software*.

Existen versiones de *software* de reconocimiento de tipo experimental y para ámbito de investigación cualitativa y otras profesional como la aplicación *Face and Emotion Recognition* de Bismart (2016) y el aplicativo de *Afectiva* (2017); este último aplicativo permite el desarrollo de prototipos particularizados para cubrir necesidades de reconocimiento facial y de las emociones de uno o varios individuos, con el propósito de implementar procesos pilotos de reconocimiento de patrones a través de las técnicas o algoritmos *eigenfaces* y *fisherface*, integrables a lenguajes de programación de alto nivel, tales como: PHP, .NET y Java, por nombrar las más utilizadas en la actualidad.

Afectiva proporciona una API (Interface de Programación de Aplicaciones) de características inteligentes; uso de algoritmo de IA, que captura y evalúa en tiempo real o parcial las expresiones faciales para determinar qué emoción está predominando en la persona censada para investigación de duración de seis meses; sin pago, de lo contrario sería necesario adquirir dicha API para un estudio más acabado y cuyo costo fluctúa entre 6.000 y 12.000 USD.

Las aplicaciones de *software* enmarcadas en procesos de reconocimiento trabajan con algoritmos de inteligencia artificial creados para cubrir las necesidades de recolección de datos y análisis de patrones, a objeto generar informes que rescatan del análisis facial y la prescripción de la acción desarrollada para aspectos de validación a través de algún lenguaje de programación.

Por lo tanto, la opción seleccionada para llevar a cabo la implementación del piloto o prototipo funcional de reconocimiento, es la aplicación desarrollada por la Organización *Afectiva*, dado que se pueden utilizar sus aplicativos integrados a un lenguaje de alto nivel en programación y por el conocimiento en desarrollo y programación en lenguajes de computación del autor de este documento; en este caso de preferencia PHP (*Hypertext Preprocessor*), del mismo modo, existe una versión de aplicativo de reconocimiento de patrones para desarrollo de investigación, libre de pago, que para algunas casas de desarrollo, es necesario adquirir una aplicación de pago, dependiente de las funcionalidades de uso.

Método de Implementación de la aplicación de reconocimiento de patrones faciales

Para el almacenamiento y conservación de los datos de expresiones y emociones para su posterior análisis y creación del conocimiento se considera el uso de bases de datos. Las bases de datos son almacenes o repositorios que permiten una colección de datos integrados, con redundancia controlada y con una estructura que refleje las interrelaciones y restricciones existentes en el mundo real. Los datos han de ser compartidos por diferentes usuarios y aplicaciones y deben mantenerse independientes de éstas.

Su definición y descripción, únicas para cada tipo de dato, ha de estar almacenada, junto con los mismos. Los procedimientos de actualización y recuperación, comunes y bien determinados, habrán de ser capaces de conservar la integridad, seguridad y confidencialidad del conjunto de datos.

Las muestras de Interfaz gráfica de usuario que se desarrolla para la captura de datos a través de cámara pueden apreciarse en las figuras 4 y 5, respectivamente.

La figura 4 muestra la interfaz que permite capturas de las expresiones en tiempo real, en cambio la figura 5, presenta la interfaz para captura de fotogramas, que generan el mismo efecto de almacenamiento de las expresiones y emociones de las personas bajo escrutinio. La aplicación se desarrolla en ambiente web para poder montarla en un servidor de datos.

Figura 2. Interfaz grafica para captura de expresiones en tiempo real.



Fuente: elaboración propia a base de API de Afectiva

Figura 3. Interfaz grafica para captura de expresiones por fotografías



Fuente: elaboración propia a base de API de Afectiva

El motor de base de datos que apoye a la solución piloto o prototipo evolutivo es un sistema de almacenamiento de *fuentes abiertas*, reconocido como MySQL. MySQL es un manejador de bases de datos principalmente utilizado en las aplicaciones WEB en conjunto con páginas dinámicas de PHP. MYSQL contiene características de gestión de datos que lo hacen más competitivo con otros manejadores, tales como: SQL Server y Oracle. Las características de apoyo a las aplicaciones que presenta están relacionadas a uso de *transacciones* para construir y programar aplicaciones más seguras mediante uso de almacenamiento, reconstrucción, recuperación y bloqueo de registros, mejoramiento de reglas de negocio, facilita el acceso a datos e información sensible, con rasgos de seguridad y soporte de transacciones entre múltiples ambientes de gestión de datos. Los elementos de *hardware* utilizados para la experiencia fueron los PC's de los estudiantes y del profesor en los laboratorios de computación, cámaras auxiliares *Ultra HD 4K* para almacenamiento grafico en *tiempo real*.

Discusión y resultados de la intervención en aula a través de la aplicación de reconocimiento

Para el almacenamiento y conservación de los datos de expresiones y emociones para su posterior análisis y creación del conocimiento se considera el uso de bases de datos. Los datos han de disponibilizarse y compartirse por diferentes usuarios y aplicaciones y deben mantenerse independientes de éstas

La evaluación y los elementos de valencia cuantitativa a partir de los datos capturados de modo cualitativo y convertidos a índices cuantitativos y almacenado para cada tipo de didáctica en una estructura de base de datos, será ejecutado por el software Weka (s.f.), que lo integra una colección de algoritmos de aprendizaje automático para tareas de análisis de datos. Contiene herramientas para la preparación de datos, clasificación, regresión, agrupación, extracción de reglas de asociación y visualización. Weka es un software de código abierto emitido bajo la Licencia Pública General de GNU sin costo de uso para la extracción de conocimientos desde bases de datos.

Las muestras almacenadas son segmentadas, pre procesadas y evaluadas por tipo de cátedra; Teórica, Practica y Teórico/Practico, con el propósito de ser analizadas por los factores de los índices de cada expresión emocional y presentadas en la tabla 3 en el Anexo A.

Anexo A: Tabla 3. Muestras bases para análisis de datos.

	@relation emotions	@attribute idem real	@attribute sadness real	@attribute disgust real	@attribute contempt real	@attribute anger real	@attribute fear real	@attribute surprise real	@attribute valence real	@attribute engagement real	@attribute tipodid {C,P,T}
1,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	C
2,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	C
3,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	C
4,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	C
5,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	2,	0,	8,	0,	C
6,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	C
7,	99,	0,	0,	0,	0,	0,	99,	76,	100,	0,	C
8,	96,	0,	7,	0,	0,	0,	0,	21,	100,	0,	C
9,	0,	0,	0,	67,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	C
10,	0,	0,	26,	0,	0,	0,	2,	-41,	2,	0,	T
11,	0,	0,	0,	99,	0,	0,	0,	0,	39,	0,	T
12,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	T
13,	0,	0,	25,	0,	0,	0,	0,	-40,	1,	0,	T
14,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	T
15,	91,	0,	0,	0,	0,	0,	1,	71,	96,	0,	T
16,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	6,	0,	T
17,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	T
18,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	1,	0,	0,	0,	T
19,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	T
20,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	T
21,	0,	0,	0,	1,	0,	0,	1,	0,	0,	0,	T
22,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	P
23,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	P
24,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	P
25,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	P
26,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	P
27,	0,	0,	1,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	P
28,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	P
29,	0,	0,	1,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	P
30,	0,	0,	1,	0,	0,	0,	0,	0,	1,	0,	P
31,	0,	0,	0,	2,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	P
32,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	P
33,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	P

34,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	P
35,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	P
36,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	P
37,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	P
38,	0,	0,	0,	2,	0,	0,	0,	0,	0,	P
39,	0,	0,	26,	0,	0,	0,	2,	-41,	2,	T
40,	0,	0,	0,	99,	0,	0,	0,	0,	39,	T
41,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	T
42,	0,	0,	25,	0,	0,	0,	0,	-40,	1,	T
43,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	T
44,	91,	0,	0,	0,	0,	0,	1,	71,	96,	T
45,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	6,	T
46,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	T
47,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	1,	0,	0,	T
48,	0,	0,	1,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	T
49,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	T
50,	15,	0,	0,	1,	0,	0,	0,	48,	52,	T
51,	29,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	24,	67,	T
52,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	T
53,	0,	0,	1,	0,	0,	0,	2,	0,	37,	T
54,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	T
55,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	46,	T
56,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	45,	T
57,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	53,	T
58,	0,	0,	1,	0,	0,	0,	1,	0,	5,	T
59,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	T
60,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	P
61,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	P
62,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	P
63,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	P
64,	0,	0,	1,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	P
65,	0,	0,	0,	2,	0,	0,	0,	0,	0,	P
66,	0,	0,	1,	0,	0,	0,	0,	0,	1,	P
67,	0,	0,	1,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	P
68,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	P
69,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	P
70,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	P
71,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	P
72,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	P
73,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	P
74,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	P
75,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	P
76,	0,	0,	0,	81,	0,	0,	0,	0,	37,	P
77,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	P
78,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	P
79,	0,	0,	1,	0,	0,	0,	0,	0,	2,	P
80,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	2,	0,	0,	P
81,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	2,	0,	0,	P
82,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	C
83,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	C
84,	0,	16,	0,	0,	0,	0,	2,	-20,	0,	C
85,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	C
86,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	-35,	6,	C
87,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	1,	0,	0,	C
88,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	C
89,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	C
90,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	C
91,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	C
92,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	C
93,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	C
94,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	C
95,	0,	0,	6,	0,	0,	0,	2,	-19,	47,	C
96,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	-3,	0,	C
98,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	C
99,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	1,	0,	0,	C
100,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	C
101,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	C
102,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	1,	-1,	0,	C
103,	0,	0,	64,	0,	0,	0,	0,	-51,	49,	C

104, 100, 0, 0, 0, 0, 0, 2, 90, 100, C
 105, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, C
 106, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, C

Las muestras utilizadas para el estudio consideran a 33 estudiantes en didáctica teórica, 39 de didáctica práctica y 34 de didáctica híbrida o teórico práctico, totalizando un total de 106 muestras. Analizando los índices generados por la herramienta de preprocesamiento y análisis inteligente, presenta la información o índices representados en las tablas 4, 5 y 6, respectivamente en el Anexo B. Los índices considerados para evaluación son los relacionados con la alegría o encanto ante un proceso de didáctica y los de expresividad.

Anexo B: Tablas 4,5 y 6. Muestras de Resultados del análisis de datos con WEKA ANALYSIS.

DIDACTICA TEORICA									
Estadísticas	Alegría	Tristeza	Antipatía	Desprecio	Enfado	Temor	Sorpres	Vivencia	Expresividad
Mínimo	0	0	0	0	0	0	0	41	0
Máximo	91	0	26	99	0	0	2	71	96
Media	6,048	0	3,182	6,061	0	0	0,364	1,576	17,97
Desv Est	22,47	0	8,424	23,974	0	0	0,653	25	28,7

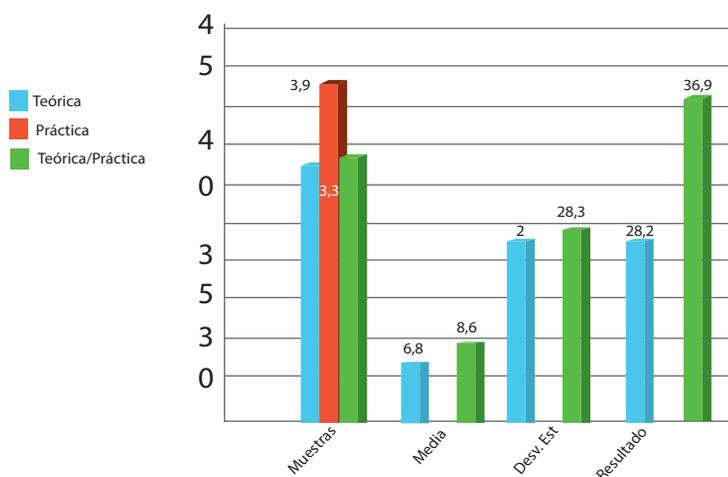
DIDACTICA TEORICA									
Estadísticas	Alegría	Tristeza	Antipatía	Desprecio	Enfado	Temor	Sorpres	Vivencia	Expresividad
Mínimo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Máximo	0	0	1	81	0	0	2	0	37
Media	0	0	0,179	2,231	0	0	0,103	0	1,051
Desv Est	0	0	0,389	12,956	0	0	0,447	0	5,9

DIDACTICA TEORICA									
Estadísticas	Alegría	Tristeza	Antipatía	Desprecio	Enfado	Temor	Sorpres	Vivencia	Expresividad
Mínimo	0	0	0	0	0	0	0	-51	0
Máximo	100	16	64	67	0	0	99	90	100
Media	8,676	0,5	2,265	1,901	0	0	3,235	1,706	12,059
Desv Est	28,317	2,744	11,019	11,49	0	0	16,925	23,678	32,08

Fuente: Elaboración propia a base de muestras tomadas en aula

A simple vista puede apreciarse que las didácticas de tipo teórica y teórico/práctico tienen un predominio sobre la de práctica pura, por lo tanto, se constataron las muestras de temática teórica y de tipo teórico/práctico. Si se considera la suma de los valores medios con los de desviación estándar de modo absoluto; solo valores positivos, se puede apreciar que la didáctica teórica genera un índice de 36,99 en cambio, la didáctica teórica o conceptual genera un valor de 29,265 unidades de métrica. Por otro lado, el factor de expresividad juega un papel preponderante, donde este valor para la didáctica teórica fluctúa en 46,7 respecto a 42,9 de didáctica teórico/práctico, mostrando una mejor atención en aula. Finalmente, basado en los índices antes mencionados es posible concluir que la didáctica de tipo teórico/práctico tiene mejor desempeño que la teórica y práctica respectivamente y que puede ser apreciado en la tabla 7 y su correspondiente gráfico en el anexo C.

Anexo C: Tablas 7 y Grafico 4. Resultados y Grafico del análisis de datos.



TIPO DE DIDACTICA	Muestras	Media	Desv.Est	Resultado
TEORICA	33	6,85	22,42	29,27
PRACTICA	39	0,00	0,00	0,00
TEORICO/ PRACTICA	34	8,68	28,32	36,99

Fuente: Elaboración del Autor

Conclusiones

Esta investigación aplicada se enmarca en un enfoque mixto, que en cuyo proceso se recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos para responder a un planteamiento del problema de mejoramiento de estrategias en educación con el uso de dispositivos biométricos de reconocimiento facial. Del mismo modo, se deja abierta la opción de seguir mejorando los procesos de captura, análisis y evaluación de los resultados, debido al mejoramiento de las herramientas y algoritmos de inteligencia artificial.

La población o muestras de esta investigación esta compuestas por un grupo de estudiantes de diferentes cátedras del ámbito de técnico profesional, considerando asignaturas de tipo teórico, teórico/práctico y netamente práctico. Las muestras del estudio son de carácter no probabilístico, más bien determinísticos, teniendo como base el uso de patrones y algoritmos de reconocimiento faciales.

Respecto a la pregunta de investigación: “¿De qué manera un ambiente de didáctica, auditado por herramientas de reconocimiento facial, apoya a los procesos de enseñanza aprendizaje y el mejoramiento de competencias de egreso en estudiantes de educación técnico profesional?”, es posible concluir, basado en lo descrito anteriormente, que se requiere un alto grado de acuciosidad en los métodos de evaluación y en el uso de las herramientas de reconocimiento de patrones, para generar la retroalimentación que apoye las estrategias de mejoramiento de calidad de la enseñanza de nivel técnico profesional.

Respecto a la hipótesis: “El reconocimiento de patrones faciales para la evaluación del comportamiento de las y los estudiantes en aula, ante una didáctica, puede permitir el mejoramiento de las prácticas en

educación en los contextos educativos de nivel técnico profesional". Es posible aseverar que en el estudio hay indicios para dar pie al mejoramiento de estrategias, pero se requiere volver a censar a través de las herramientas de visión artificial, de modo intencionado sin evidenciar el proceso, dado que los estudiantes se sienten invadidos en su privacidad y presentan neutralidad ante los procesos didácticos y lo que puede evidenciarse por la acumulación de ceros en las diferentes emociones censadas.

Referencias

- Abreu, O., Gallegos, M., Jácome, J y Martínez, R. (2017). La Didáctica: Epistemología y Definición en la Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas de la Universidad Técnica del Norte del Ecuador. *Formación universitaria*, 10(3), pp.81-92.
- Afectiva (2017). *Afectiva's emotion AI humanizes how people and technology interact*. Recuperado de: <https://digital.hbs.edu/platform-rctom/submission/affectivas-emotion-ai-humanizes-how-people-and-technology-interact/>
- Altarriba, M. (2016). *Paul Ekman y el rostro de las 7 emociones*. Recuperado de: <https://montsealtarriba.com/2016/06/20/paul-ekman-y-el-rostro-de-las-7-emociones/>
- Amat, J. (2016). Análisis discriminante lineal (LDA) y Análisis discriminante cuadrático (QDA). Rescatado el 12/03/2019 de: <https://github.com/JoaquinAmatRodrigo/Estadistica-con-R>.
- Azócar, R. (2015), *La visión epistemológica de la educación*. Recuperado de: <https://www.aporrea.org/educacion/a207491.html>
- Bloom, B. (1985). *El desarrollo del talento en los jóvenes*. Nueva York, USA: Ballantine.
- Casen (2013), *Continua alza en cobertura de educación superior*. Recuperado de: <http://lyd.org/centro-de-prensa/noticias/2015/01/casen-2013-continua-alza-en-cobertura-de-educacion-superior>.
- Canals, C. (2017). *Educación: más imprescindible que nunca. Educación y crecimiento económico*. Recuperado de: https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&ei=w3ZdXr29BYLu_Qay-Y8Y&q=Educaci%C3%B3n+m%C3%A1s+imprescindible+que+nunca.&oq=Educaci%C3%B3n+m%C3%A1s+imprescindible+que+nunca.&gs_l=psy-ab..33i160.7118.7118..9340...0.2..0.220.220.2-1.....0....1..gws-wiz.....0i71.N3tnh-c7PQ8&ved=0ahUKEwj9qqmr2vznAhUCd98KHbl8AwMQ4dUDCAo&uact=5
- Castells, M. (1999) *La Era de la Información: Economía, Sociedad y Cultura: La sociedad Red*. México, D.F., México: Siglo XXI.
- Castells, M. (2005). *La era de la información: Economía, Sociedad y Cultura. La Sociedad Red*. Madrid, España: Alianza Ed. .
- Duoc-UC (2016). *Plan de Desarrollo 2016-2020*. Instituto Profesional DUOC UC. Centro de Formación Técnica Duoc UC. Fundación DUOC de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Recuperado de: <http://www.duoc.cl/sites/default/files/plandesarrollo.pdf>

- Eisner, E. W. (2000). Benjamin Bloom (1913–1999). Recuperado de: <http://www.ibe.unesco.org/sites/default/files/blooms.pdf>
- Ekman, P. (2017), *El rostro de las emociones*. Madrid, España: RBA Libros .
- Ekman, P., & Friesen, W.V. (1975). *Unmasking the face*, Englewood Cliffs. NJ, USA: Prentice Hall.
- Erickson, F. (1989). Métodos cualitativos de investigación sobre la enseñanza. En M. Wittrok (Ed.), *La investigación de la enseñanza II. Métodos cualitativos de observación*. Barcelona, España: Paidós MEC. Pp. 203-47.
- Etemad, K. Chellappa R. (1997), *Discriminant Analysis for Recognition of Human Face Images*”, *J. Optical Soc. Am.*, vol. 14, pp. 1724-1733, 1997.
- Kazdin, A. (2001), *Métodos de investigación en psicología clínica*. México, D.F. México: Prentice Hall.
- Fernández, R, d’Alençon, A.; Cassorla, I, Araneda, C.; y Sanhueza, J. (2014). El poder económico y social de la educación superior en Chile. Fundación CEFECCh. Recuperado de: <http://movimientostudiantil.cl/wp-content/uploads/2015/12/153-El-poder-economico-y-social-de-la-educacion-superior-en-Chile-Varios-autores.pdf>
- Garrido, R; Becker, S. (2017). *La biometría en Chile y sus riesgos*. Revista Chilena de Derecho y Tecnología. 6, (1). pp.. 67-91.. Recuperado de: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchdt/v6n1/0719-2584-rchdt-6-01-00067.pdf>
- Habermas, J. (1982). *Conocimiento e interés*. Madrid, España: Taurus.
- Habermas, J. (2010). *Conocimiento e Interés. Ciencia y técnica como ideología*. Madrid, España: editorial Tecnos.
- Kuhn, T.S. (1975). *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. México, D.F., México: Fondo de Cultura Económica.
- Hjelmas, Erik (2001). Face Detection: A Survey. *Computer Vision and Image Understanding* 83, 236–274 Obtenido el 15/03/2019 en:
- Izard, C. (1971): *The face of emotion*. New York,USA: Appleton-Century Crofts,
- Izard, C. (1979). The maximally discriminative facial movement coding system (MAX). Newar. Instructional Resources Center, University of Delaware.
- Lambert, C. (2006). Edmund Husserl: la idea de la fenomenología. *Teología y vida*, 47(4), pp.517-529.
- Li, Stan Z.; Jain, Anil, K (Eds) (2011). *Handbook of Face Recognition*,.Springer.USA. Recuperado de: <http://www.springer.com/us/book/9780857299314>.
- Loayza, J. (2013).Avances teóricos en torno a una epistemología del cuerpo, las emociones y lo político. *Revista Austral de Ciencias Sociales* 24: pp.51-69 DOI: 10.4206/rev.austral.cienc.soc.2013.n24-03

- Lorenzo, M. (2015). *Cada emoción presenta un patrón único que la- Relata*. Rescatado 10/03/2019 de: http://www.tendencias21.net/Cada-emocion-presenta-un-patron-unico-que-la-delata_a40164.html.
- Martín de Diego, I.; Serrano, A.; Conde, C.; Cabello, E. (2006): Técnicas de reconocimiento automático de emociones. En García Carrasco, Joaquín (Coord.) Estudio de los comportamientos emocionales en la red [monográfico en línea]. Revista electrónica Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información. 7(2). Universidad de Salamanca. . Recuperado de: <https://www.yumpu.com/es/document/view/14222687/estudio-de-los-comportamientos-emocionales-en-la-red>
- Matsumoto, D., Ekman, P. (2009). Basic Emotions. D. Sanders, K. Scherer (Eds.). The Oxford Companion to Emotion and the Affective Sciences. Oxford; New York, USA: Oxford University Press.
- Mineduc MEN (2013). Plan de Aseguramiento de Calidad de la Escolar 2016-2020, Recuperado de: https://www.siteal.iiep.unesco.org/sites/default/files/sit_accion_files/siteal_chile_0637.pdf
- Mineduc (2015a). OCDE en el contexto de la Reforma Educacional. Revisión comparada de la educación en Chile en el panorama internacional, en base a la publicación Education at a Glance 2015 (con datos 2013). Centro de Estudios MINEDUC. N° 31, Año 2015. Recuperado de: <http://repositorio.minedu.gob.pe/handle/123456789/4909>
- Mineduc (2015b). Educación Superior Técnica. Educación Técnica. Recuperado de: <http://www.tecnico-profesional.mineduc.cl/educacion-superior-tecnico-profesional/>
- Morín, E. (2010) *Complejidad restringida, complejidad general*. Revista estudios, VIII, (93): pp. 81-135.
- Navarro, J.M., Pardo, J.L. (2009). *Historia de la Filosofía*, Madrid, España: Anaya.
- OCDE (2015a). Panorama de la educación 2015. Indicadores de la OCDE. Fundación Santillana. Recuperado de: <https://www.supereduc.cl/wp-content/uploads/2017/01/Panorama-de-la-Educaci%C3%B3n.pdf>
- OCDE (2015b). Estudios económicos de la OCDE CHILE 2015. Visión General. Recuperado de: <http://www.oecd.org/economy/surveys/Chile-2015-vision-general.pdf>
- OECD360.Chile (2015). ¿En qué situación está Chile comparativamente? OECD-Organisation for Economic Co-operation and Development. Recuperado de: https://www.oecd-ilibrary.org/economics/ocde360-chile-2015_9789264236233-es
- Padrón, J. (2007). Tendencias Epistemológicas de la Investigación Científica en el Siglo XXI. Revista de Epistemología de Ciencias Sociales. Recuperado de <http://www2.facso.uchile.cl/publicaciones/moebio/28/padron.html>
- Padrón, J. (2013). Video conferencias Epistemología, parte 3 disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=zKoxPtUhoW0>
- Ottado, G. (2010). Reconocimiento de caras: Eigenfaces y Fisherfaces. Rescatado el 12-03-2019 de: https://eva.fing.edu.uy/file.php/514/ARCHIVO/2010/TrabajosFinales2010/informe_final_ottado.pdf
- Ricœur, P. (2005). *Caminos del reconocimiento*. (Trd. A. Neira). Madrid, España: Ed. Trotta.

- Rodríguez, F.; Martínez, N.; Lozada, J. (2009). *Las TIC como recursos para un aprendizaje constructivista*. Revista de Artes y Humanidades UNICA, 10(2), pp.118-132.
- Shakhnarovich, G; Moghaddam, B (2011). Face Recognition in Subspaces. En Handbook of Face Recognition. Li y Jain (Edd). Recuperado de: <http://www.springer.com/us/book/9780857299314>.
- Sirovich, L.; Kirby, M. (1987). Low-dimensional procedure for the characterization of human faces. Division of Applied Mathematics, Brown University, Providence. POPTical Society of America A, 4, p. 519.
- Unesco (2005). *Hacia las sociedades del conocimiento*. Informe mundial de la Unesco. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Jouve, Mayenne France. Recuperado de: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000141908>
- Unesco (2013). *Construir sociedades del conocimiento* Recuperado de: <http://es.unesco.org/themes/education-21st-century> y <http://es.unesco.org/themes/construir-sociedades-del-conocimiento>.
- Unesco (2016). *Proyecto de estrategia para la enseñanza y formación técnica y profesional (EFTP) (2016-2021)*, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, París. Recuperado de: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245239_spa
- Unesco (2017). *La agenda mundial Educación 2030*. La agenda mundial Educación 2030. América Latina y el Caribe. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Recuperado de: <http://www.unesco.org/new/es/santiago/education-2030/>
- Vélez, D. (2012) *La fundamentación epistemológica en los enfoques de investigación social*. Ecos desde las fronteras del conocimiento. Revista Electrónica de Difusión científica. 1(9).
- Vélez, D. (s.f.) *Aspectos históricos y epistemológicos de los paradigmas y enfoques de investigación en educación*. XIV Congreso Nacional de Investigación Educativa– Ponencia.
- Weka (s.f.). *Weka 3: Machine Learning Software in Java*. Recuperado de: <https://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>