

Integración de técnicas de medición de emociones explícitas en la evaluación de la satisfacción de uso de Agentes Pedagógicos Virtuales



Monografía

**John Henry Bermúdez Martínez
Juan Carlos Vidal Marín**

Director:
Ing. Andrés Felipe Aguirre Aguirre

Codirectores(as):
PhD. César Collazos
PhD. Rosa M. Gil (U. Lleida-España)

Universidad del Cauca

**Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Departamento de Sistemas
Grupo IDIS – Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Software
Línea de Investigación Interacción Humano Computador
Popayán, noviembre de 2014**

AGRADECIMIENTOS

Principalmente nuestro agradecimiento a nuestras familias por su amor, apoyo y confianza incondicional durante todo este proceso. A nuestros docentes por todas sus enseñanzas y compartir sus experiencias. A nuestro tutor Ingeniero Andrés Aguirre por toda su dedicación y acompañamiento en la elaboración de este trabajo de grado. Al PhD. César Alberto Collazos por su motivación y colaboración en la ejecución de este trabajo. A los ingenieros PhD. Francisco Pino, PhD Carolina Gonzales, Miguel Mendoza, Yenny Méndez, Andrés Solano, Ángela Villareal, Alexis Ante y Fabián Mondragón, por su apoyo y brindarnos sus conocimientos para el desarrollo de esta investigación, finalmente a nuestros compañeros del programa por su motivación y aportes para el desarrollo de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	1
Capítulo 1. Presentación del Proyecto	3
1.1 Descripción del Problema.....	3
1.2 Justificación	4
1.3 Objetivos.....	6
1.3.1 Objetivo General.....	6
1.3.2 Objetivos Específicos	6
1.4 Diseño metodológico.....	6
1.5 Organización del documento	8
Capítulo 2. Marco Conceptual	9
2.1 Experiencia del Usuario	9
2.2 Calidad en Uso	11
2.3 Diseño Centrado en el Aprendiz (DCA).....	14
2.4 Emociones	18
2.5 Evaluación de emociones	25
2.6 Agentes Pedagógicos Virtuales.....	28
2.7 Aportes Investigativos	31
Capítulo 3. Integración de técnicas de medición de emociones explícitas en la evaluación de la satisfacción de uso de agentes pedagógicos virtuales	33
3.1 Conceptualización de APV	34
3.2 Caracterización de APV.....	35
3.2.1 Definición del protocolo de Caracterización	35
3.2.2 Desarrollo de la Caracterización de APV	36
3.2.2.1 Búsqueda de estudios.....	36
3.2.2.2 Selección de estudios	38
3.2.2.3 Elaboración de la caracterización	42
3.2.3 Conclusiones del proceso de Caracterización	47

3.3	Contextualización de la Satisfacción de Uso	47
3.3.1	Satisfacción.....	47
3.3.1.1	Utilidad	50
3.3.1.2	Confianza	52
3.3.1.3	Placer	55
3.3.1.4	Confort.....	57
3.4	Identificación de los elementos de la UX que afectan la satisfacción.....	58
3.4.1	Relación entre las características de los APV y la satisfacción	59
3.4.2	Relación entre las características de los APV y la UX	60
3.5	Identificación de los elementos del DCA que afectan la satisfacción	62
3.5.1	Definición del problema de información.....	64
3.5.2	Búsqueda y evaluación de la información.....	64
3.5.3	Análisis de la información.....	65
3.5.4	Síntesis y utilización de la información.....	65
3.5.4.1	Relación entre los aspectos del DCA y la satisfacción	68
3.5.4.2	Relación entre los aspectos del DCA y las características de los APV	71
3.6	Estructura de la evaluación emocional en APV	73
3.6.1	¿Qué evaluar?.....	74
3.6.2	¿Cómo evaluar?	74
Capítulo 4. Estudio de caso: Evaluación de la satisfacción de uso de un APV utilizando SUMI y el mecanismo propuesto.....		89
4.1	Metodología	90
4.1.1	Diseño del estudio de caso.....	90
4.1.2	Recolección de datos.....	91
4.1.3	Análisis de los datos recogidos.....	91
4.2	Ejecución del Estudio de caso.....	92
4.3	Análisis de resultados	93
4.4	Síntesis y discusión	105
4.5	Opinión de Expertos	106
Capítulo 5. Conclusiones y trabajo futuro		109

5.1	Conclusiones.....	109
5.2	Limitaciones.....	110
5.3	Lecciones aprendidas y problemas enfrentados.....	111
5.4	Trabajo futuro.....	112
BIBLIOGRAFÍA		113

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Calidad del Producto Software y Calidad en uso [27].	11
Figura 2. Organización del Estándar Internacional SQuaRe [28].	12
Figura 3. Modelo de Calidad en Uso ISO 25010 [28].	13
Figura 4. Modelo TILT. Tomado directamente de [29].	15
Figura 5. Síntesis de las etapas que soportan la integración.	33
Figura 6. Cadena de búsqueda básica.	37
Figura 7. Necesidades importantes en el contexto de las tecnologías interactivas [88].	48
Figura 8. Modelo GAVILAN. Tomado de [102].	63
Figura 9. Plan de investigación. Creación propia.	64
Figura 10. Opciones de respuesta emocional.	82
Figura 11. Diagrama de actividades para generar un cuestionario de evaluación de satisfacción de uso en un APV. Creación Propia.	88
Figura 12. Gráfica de resultados de los cuestionarios.	94
Figura 13. Gráfica de resultados subcaracterísticas de la satisfacción para el Eval APV.	96
Figura 14. Gráfico de resultados subcaracterísticas de la satisfacción para SUMI.	99
Figura 15. Gráfica de resultados por pregunta Eval APV.	104
Figura 16. Gráfica de resultados por ítems de SUMI.	105

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro comparativo entre Usuarios y Aprendices. Creación Propia	16
Tabla 2. Relaciones entre los subsistemas organísmicos y las funciones y los componentes de emoción [35]	20
Tabla 3. Clasificación de los métodos de evaluación de las respuestas emocionales. Información tomada de [36]	22
Tabla 4. Criterios cumplidos por cada estudio	39
Tabla 5. Listado de características de APV resultante de la revisión de la literatura. Creación propia.....	42
Tabla 6. Listado de características esenciales de un agente. Creación Propia	46
Tabla 7. Listado de características esenciales de un APV. Creación Propia	46
Tabla 8. Relación entre las 10 necesidades humanas [91], los modelos de UX y la ISO 25010.....	49
Tabla 9. Necesidades de los estudiantes para la Utilidad.....	52
Tabla 10. Necesidades de los estudiantes para la Confianza.....	55
Tabla 11. Necesidades de los estudiantes para el Placer	57
Tabla 12. Facetas UX por cada característica de Calidad en uso [19]	58
Tabla 13. Relación entre las características de los APV y las subcaracterísticas de la satisfacción. Creación propia	59
Tabla 14. Relación entre las características de los APV y las facetas de la UX. Creación propia.....	61
Tabla 15. Aspectos del Diseño Centrado en el Aprendiz. Creación Propia.	65
Tabla 16. Relación entre los aspectos del DCA y las subcaracterísticas de Satisfacción. Creación Propia	69
Tabla 17. Relación entre los aspectos del DCA y las características de los APV. Creación Propia	72
Tabla 18. Emociones presentes en la interacción con EVA [118].....	76
Tabla 19. 19 emociones identificadas en investigaciones sobre emociones centradas en el aprendiz. Información tomada de [119].....	77
Tabla 20. Emociones presentes en la interacción con sistemas interactivos. Extendida. Creación propia.....	78
Tabla 21. Listado de preguntas base del cuestionario.....	83
Tabla 22. Resultados de los cuestionarios	93
Tabla 23. Rangos de Satisfacción. Creación Propia.....	94
Tabla 24. Rangos de subcaracterísticas. Creación Propia	95
Tabla 25. Resultados subcaracterísticas de la satisfacción para el Eval APV	95

Tabla 26. Relación de preguntas del cuestionario Eval APV con la satisfacción. Creación Propia	97
Tabla 27. Resultados subcaracterísticas de la satisfacción para SUMI.....	99
Tabla 28. Relación de los ítems del cuestionario SUMI con la satisfacción. Creación Propia	100
Tabla 29. Resultados por pregunta Eval APV	102
Tabla 30. Perfiles de los Expertos	107

INTRODUCCION

Actualmente las instituciones educativas están incluyendo herramientas software adecuadas para fortalecer la motivación de los estudiantes y alcanzar mejores procesos de enseñanza-aprendizaje [1], permitiendo así, el desarrollo de nuevos conocimientos y experiencias. Sistemas como los sistemas tutores inteligentes, son algunas de las herramientas mencionadas, las cuales asisten a los aprendices en el proceso de enseñanza y son capaces de adaptarse tanto a sus necesidades, como a su nivel cognitivo, estilos de aprendizaje y estado emocional, este último considera el papel de las emociones en la enseñanza, profundizando la eficiencia del almacenamiento de la información y recuperación de la misma [2]. Recientemente han aparecido nuevos sistemas basados en agentes inteligentes, demostrando efectividad en el proceso de formación y apoyo a la labor tanto de los docentes como de los aprendices [3]. Los agentes pedagógicos virtuales, son agentes inteligentes los cuales están siendo incorporados a los ambientes de aprendizaje multimedia, debido a que son representaciones de personajes reales que intentan dar mayor soporte motivacional en este tipo de enseñanza [4], esto implica un constante desafío acerca de cómo mejorar la calidad de este tipo de sistemas de aprendizaje. No obstante, los estudios destinados a encontrar esas mejoras desde un punto de vista hedónico¹, son relativamente pocos, es allí donde cobran importancia aspectos como la experiencia de usuario (UX), la calidad en uso (Satisfacción) y las emociones-las cuales juegan un papel significativo en el campo educativo influyendo en el nivel cognitivo y motivacional de las personas en general [5], [6], [7]-, por ser aspectos fundamentales para la generación de altos grados de satisfacción sobre estos sistemas interactivos dirigidos a un tipo de usuario en particular, los aprendices [7], [8]. Encontrar una sinergia entre estos aspectos podría generar métodos que deriven en agentes bien diseñados y en adecuados procesos de evaluación que ayuden a mitigar el número de errores cometidos por los usuarios, logrando mayor eficiencia y efectividad en las tareas e incrementando su satisfacción.

En este sentido, este proyecto pretende generar una propuesta para la construcción de un método que permita evaluar la satisfacción de los aprendices al interactuar con APV. Para garantizar que la evaluación este enmarcada en el contexto de uso de Agentes Pedagógicos Virtuales (APV), esta propuesta esta soportada en la

¹ **Hedónico**, relacionado con el placer que experimentan los usuarios al interactuar con un sistema software.

características esenciales de este tipo de agentes, las cuales se identifican a partir de la definición del concepto de APV generado para esta investigación.

En esta propuesta se contemplan aspectos pedagógicos desde el diseño centrado en el aprendiz, emocionales desde la medición de emociones explícitas, motivacionales desde el modelo ARCS, que favorecen el proceso de enseñanza-aprendizaje del estudiante, todo esto contribuye a determinar la satisfacción percibida por el aprendiz, a través de la captura de emociones explícitas generadas durante la interacción con estos sistemas.

Capítulo 1. Presentación del Proyecto

1.1 Descripción del Problema

Las personas interactúan en su vida cotidiana con muchos objetos, herramientas y artefactos, pero estos no son siempre fáciles de utilizar debido a la forma cómo están diseñados, causando frustración, desmotivación, pérdida de tiempo y en algunos casos irritabilidad. En muchas ocasiones se acusa a las personas sobre los resultados no deseados derivados del manejo de ciertas herramientas, sin tener en cuenta que su diseño pudo haber inducido a que estos errores se presentaran. Por tal motivo, es importante enfocar esfuerzos en la fácil interpretación y comprensión, del uso de los artículos en general. [9]

Entre esos artículos, productos o artefactos se encuentran los sistemas computacionales que ofrecen posibilidades y herramientas cada vez más avanzadas, amplias y completas. En este sentido, la interacción con estos sistemas ha venido ampliándose y tomando rutas y formas que hace apenas unos años no se consideraban plausibles. [10]

Una de las áreas en donde los sistemas computacionales han tenido gran impacto, es el de la educación, que tienen como finalidad apoyar el proceso de enseñanza y en particular del aprendizaje de los usuarios [10]. Los Sistemas Tutores Inteligentes (STI) son creados para apoyar esta labor, y en la búsqueda de mejorar la efectividad de los mismos aparecen los sistemas basados en agentes inteligentes que se comportan no solo como un tutor inteligente, sino como un miembro más de un grupo de estudiantes. Por lo anterior y debido al creciente desarrollo tecnológico, la comunidad informática está prestando atención al desarrollo y evolución de este tipo de sistemas. [3]

El desarrollo de agentes inteligentes orientados a la enseñanza, también llamados APV, tiene como principal objetivo fortalecer tanto la motivación de los usuarios como también facilitar los procesos de enseñanza [3]. No obstante, los estudios realizados a sistemas educativos que implementan este tipo de agentes muestran un panorama desalentador debido a que sus resultados revelan que no hay una diferencia importante entre el uso o no de este tipo de agentes, ya que no se evidencia una mejora en los resultados de aprendizaje [3]. Sin embargo, tampoco manifiestan que el uso de APV dé un efecto negativo en el proceso de enseñanza [11]. Por lo tanto se

puede decir que lo anterior, se debe a que los esfuerzos en el desarrollo de APV se han enfocado en mejorar la simulación de inteligencia e intuición [11], descuidando aspectos relacionados con el diseño de la interfaz que influyen en la satisfacción de uso de APV tales como: multiculturalidad, entornos donde se desenvuelve el APV, rangos de edad de los usuarios, el objetivo de su labor, entre otros.

Otro aspecto poco considerado en los estudios sobre el diseño de APV son las emociones, ya que no se tiene en cuenta que por un lado éstas son una parte importante en el conocimiento [5] y por otro lado, que las emociones como la diversión, alegría, placer y excitación afectan de manera directa y significativa en la satisfacción general de los usuarios hacia un producto [6].

Pese a que se han descuidado los aspectos señalados anteriormente, es de resaltar que en algunos estudios con APV se han tenido en cuenta aspectos como la usabilidad y algunas características emocionales para el diseño de este tipo de sistemas [12], pero esto no significa que se obtengan resultados completamente satisfactorios, ya que los diseños usables no son necesariamente divertidos de usar y un atractivo diseño no necesariamente es el más eficiente [5]. En este sentido se ve la oportunidad de realizar aportes enfocados en evaluar cómo se están llevando a cabo el diseño de los APV, integrando mecanismos de medición emocional para evaluar la satisfacción de uso de un APV, que permitan identificar falencias en los diseños actuales. Por lo anterior, en el presente proyecto se buscará dar respuesta a las siguientes preguntas: ¿Cómo adaptar los instrumentos de medición de emociones explícitas² de los usuarios dentro de la evaluación de la satisfacción de uso de APV?, y ¿Cómo evaluar los aspectos relacionados con la satisfacción de uso de APV a través de instrumentos adaptados?

1.2 Justificación

Es admisible considerar que las emociones ayudan a dar significado a las cosas, circunstancias y aspectos cotidianos que afectan la vida de las personas [13]. No obstante, aunque los factores afectivos juegan un papel vital en la sociedad, dicho suceso no se ilustra en el caso del desarrollo de sistemas interactivos; y si bien se presenta un constante interés por acotar las diferencias del modelo mental del usuario frente al modelo computacional de la interfaz, los componentes afectivos y demás características subyacentes detrás del comportamiento de las personas, son un factor poco contemplado [13]. Esta situación coloca de manifiesto “la importancia

² **Emociones Explícitas**, donde el usuario es consciente de su estado emocional y por lo tanto puede auto reportarlo [124].

de enriquecer la concepción de la interfaz teniendo en cuenta el afecto y los atributos inherentes al usuario, ya que estos pueden interferir profundamente en los procesos mentales como memorización, raciocinio, atención, motivación, entre otros, en la interacción humano-computador” [13]. Además los educadores llevan mucho tiempo destacando la importancia de los factores motivacionales en el proceso enseñanza-aprendizaje [14]. La neurociencia y las ciencias cognitivas han hecho grandes avances en el estudio de las emociones en cognición y aprendizaje, señalando que las emociones positivas y negativas pueden mejorar y entorpecer el aprendizaje respectivamente. Por lo tanto un APV emocionalmente activo debería ser capaz de darle sentido a la información afectiva recibida y responder a esta información en términos emocionalmente apropiados [14].

Por otra parte, las personas tienden a desarrollar relaciones afectivas con objetos y lugares con los que interactúan diariamente [15]; por lo tanto, se puede considerar que los computadores también son objetos con los que los usuarios desarrollan relaciones afectivas que podrían ser más profundas (ayudando a mejorar la satisfacción), si el computador o los sistemas de cómputo tuvieran la capacidad de poder influir en el estado psicológico o emocional de los usuarios [15].

A partir de los nuevos avances científicos en la comprensión del cerebro y de cómo la emoción y la cognición están totalmente interconectados, se ha logrado entender la importancia que tienen las emociones en la vida cotidiana. Las emociones son una parte necesaria de la cognición y por lo tanto son inseparables. Todo lo que hacemos y lo que pensamos está influenciado por las emociones, en gran medida a nivel subconsciente. [5]

"Las emociones intervienen profundamente en procesos mentales como la memoria, el raciocinio, la atención y otros dominios de la cognición, fundamentales en el aprendizaje” [16]. En el aprendizaje asistido por computador, las emociones afectan el rendimiento y nivel de los usuarios [17], [18], influyendo en su juicio y en la toma de decisiones [17].

Por estas razones esta investigación realiza un análisis exhaustivo de los aspectos relacionados con la medición de emociones explícitas necesarios para construir adecuadamente un mecanismo de evaluación de la satisfacción de usuario de APV, con el propósito de lograr una aproximación a la comprensión de las necesidades hedónicas y pragmáticas³ del estudiante durante la interacción con herramientas educativas.

³ **Pragmático**, relacionado con la utilidad y lo práctico de los sistemas.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Generar una propuesta para evaluar la satisfacción de uso de agentes pedagógicos virtuales, mediante instrumentos de medición de emociones explícitas evocadas por los estudiantes.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar los elementos de la experiencia de usuario, que afectan la satisfacción de uso de los estudiantes durante la interacción con Agentes Pedagógicos Virtuales.
- Adecuar técnicas de medición de emociones explícitas en la evaluación de experiencia de usuario en APV, incorporando los elementos identificados que afectan la satisfacción de uso de los estudiantes.
- Realizar un estudio de caso, mediante la evaluación de la satisfacción de uso de un APV, haciendo uso de los instrumentos de medición de emociones explícitas de los usuarios que fueron adaptados.

1.4 Diseño metodológico

El compendio general de información para este estudio se basó en la búsqueda de documentos investigativos comprendidos entre artículos, revistas, libros, presentaciones, tesis, normas ISO, entre otros, buscando comprender mejor el tema en cuestión.

Primeramente es necesario abordar toda la información relevante sobre el objeto de estudio que para este proyecto lo constituyen los APV. Para tal aspecto se debe entender claramente que es un APV y que tipos de agentes existen, permitiendo establecer cuál es el tipo de agente más acorde con los objetivos del proyecto y también conocer la esencia específica de dicho agente en particular. Para lo cual se hace una revisión de la literatura acerca del área de los agentes pedagógicos. La información recopilada brinda las diferentes definiciones de APV y permite generar una propuesta alternativa de definición que estuviera enmarcada sobre los objetivos de este estudio.

Luego de tener definido lo que es un APV es necesario hacer una caracterización del mismo que permita determinar los principales aspectos que identifican el tipo de agente seleccionado y poderlo distinguir de cualquier otro tipo de agente o de cualquier otro sistema interactivo. En este paso se tiene como aspecto relevante para la búsqueda de información, la conceptualización obtenida en el paso anterior permitiendo obtener la información pertinente para caracterizar a un APV.

Parte del problema abordado en el planteamiento de este estudio, está enfocado a los elementos de la experiencia de usuario que afectan la satisfacción de uso de los aprendices al usar este tipo de agentes, por lo tanto se realiza una búsqueda de documentación que ofrezca una perspectiva acerca de la UX, la Usabilidad, la satisfacción de uso, y los modelos de calidad de software, y estudios acordes con la propuesta de investigación abordada en el proyecto, permitiendo encontrar un referente muy importante la ISO 25010: el cual es un estándar de calidad que proporciona el modelo de calidad de uso. Este estándar define 5 características relacionadas con la interacción con sistemas: la efectividad, la eficiencia, la satisfacción, la libertad de riesgo, y la cobertura del contexto. La definición de satisfacción está enmarcada de manera general para para sistemas software por lo cual es necesario poder contextualizar cada una de sus subcaracterísticas adecuándolas en el contexto actual de esta investigación.

Con el fin de identificar más claramente las necesidades de los aprendices los cuales tiene sus propias características y necesidades, se exploran estudios referentes al diseño de software educativo o metodologías que aborden la identificación de las necesidades de este tipo de usuarios. En esta búsqueda se obtiene un referente importante como lo es el Diseño Centrado en el Aprendiz (DCA), el cual basado en el Diseño Centrado en el Usuario (DCU), pone especial énfasis en las necesidades de los aprendices, además otros referentes acerca de metodologías para el diseño de interfaces como el Diseño de Interfaces para el Aprendizaje (DIA), aportan heurísticas de diseño que se deberían de tener en cuenta al diseñar este tipo de aplicaciones educativas.

Otra parte del problema es la captura de emociones explícitas de los aprendices, por lo tanto se realiza un investigación acerca de las emociones presentes al utilizar este tipo de aplicaciones, además de instrumentos, métodos o técnicas de captura de emociones, y la forma de medirlas. Luego de analizar la información se obtienen las emociones presentes en estas aplicaciones y se determina que técnica es la más adecuada para capturarlas.

Por último se define una propuesta para la captura de emociones de los aprendices al interactuar con APV acorde con la caracterización de los mismos, y el estudio de las emociones presentes en aplicaciones educativas, además de la selección del método más adecuado para contrastarlo con la propuesta desarrollada, determinando el contexto en el cual se llevara a cabo el análisis, la elección de preguntas que consideren las características identificadas, todo esto para ser posteriormente analizado en un estudio de caso.

1.5 Organización del documento

En el presente documento se encuentran descritas las actividades realizadas para esta investigación, divididas de la siguiente manera:

Capítulo 2: en este capítulo se presenta la información teórica usada como base argumentativa para la actual investigación.

Capítulo 3: en este capítulo se describe todo el proceso realizado para lograr integrar emociones dentro de los métodos de evaluación de satisfacción de uso, mediante el desarrollo de una conceptualización en la cual se define que es un APV, una caracterización de APV para determinar sus particularidades más importantes. Además, luego se realiza una contextualización de la satisfacción de uso para identificar las necesidades de los estudiantes presentes en la interacción con APV teniendo en cuenta modelos de la UX, teorías del diseño instruccional (DI) y DCA. Por último, se propone un método de evaluación de satisfacción de uso en APV, soportado en la captura de emociones.

Capítulo 4: en este capítulo se detalla el desarrollo del estudio de caso realizado para evaluar el método de evaluación propuesto como resultado de esta investigación. Además, se realiza una sesión con expertos con el fin de obtener sus opiniones acerca del método y de la investigación en general.

Capítulo 5: en este capítulo se presentan las conclusiones a las que llegan los investigadores a partir de los resultados de esta investigación, además de identificar las limitaciones y lecciones aprendidas, y de proponer unas posibilidades de trabajo futuro.

Capítulo 2. Marco Conceptual

2.1 Experiencia del Usuario

La experiencia del usuario (UX) es un concepto que se presenta como una evolución de la usabilidad. Hace algunos años, la calidad de uso de un sistema interactivo se medía a través del atributo de usabilidad. Sin embargo, como la tecnología inunda todas las actividades humanas, los profesionales de HCI se dieron cuenta que la usabilidad no fue suficiente para obtener un producto de calidad que provoque sentimientos positivos en los usuarios finales. Por lo tanto, el término más común para hablar sobre la calidad del producto (sistema interactivo), es UX [19].

Debido a lo reciente que es el concepto de UX, éste carece de un consenso por parte de los profesionales del campo. Por esta razón se expondrán algunas definiciones y luego a partir de eso se planteara la definición de UX que será definitiva para la presente propuesta.

En primer lugar, la literatura propone definiciones de UX que se enfocan solamente hacia las características emocionales, como por ejemplo la de Hassenzahl, la cual solo incluye los aspectos emocionales de los usuarios [20]. En cambio otros autores como Peter Morville, uno de los distinguidos autores en el tema de UX, consideran que la UX incluye más aspectos además del emocional, ampliando de esta manera el significado del concepto. Morville define la “experiencia de usuario de nido de abeja”, que contiene los siguiente aspectos: usable, útil, conveniente, valioso, creíble, localizable y accesible [21].

La norma ISO 9241-210:2010 [22] plantea una de las definiciones más relevantes para UX: *“las percepciones de una persona y las respuestas que se derivan de la utilización y/o el uso previsto de un producto, sistema o servicio”*.

Además, se utilizaran las cinco definiciones recogidas por E. L Lae *et al.* en [23].

“Abarca todos los aspectos de la interacción del usuario final con la empresa, sus servicios y sus productos. El primer requisito para una experiencia de usuario ejemplar es satisfacer las necesidades exactas del cliente, sin aspavientos ni molestias. Luego viene la simplicidad y la elegancia que producen productos que sea una alegría poseerlos, un placer para usar. La verdadera experiencia de usuario va

mucho más allá de dar a los clientes lo que ellos dicen que quieren, o la prestación de funciones de la lista de verificación. Con el fin de lograr la experiencia de usuario de alta calidad en la oferta de una empresa debe haber una combinación perfecta de los servicios de múltiples disciplinas, incluyendo la ingeniería, marketing, diseño gráfico e industrial y diseño de la interfaz”. [24]

“Una consecuencia de estado interno de un usuario (predisposiciones, expectativas, necesidades, motivación, humor, etc), las características del sistema diseñado (por ejemplo, la complejidad, el propósito, usabilidad, funcionalidad, etc) y el contexto (o el medio ambiente) dentro del cual se produce la interacción (por ejemplo, entorno de la organización/sociales, significación de la actividad, la voluntariedad de uso, etc.)” [20]

“Todo el conjunto de los afectos que se provoca por la interacción entre un usuario y un producto que incluye el grado en que están gratificados todos nuestros sentidos (experiencia estética), los significados que atribuimos al producto (experiencia de sentido) y los sentimientos y emociones que se suscitó (experiencia emocional)”. [25]

“El valor derivado de la(s) interacción(es) [o la(s) interacción(es) prevista(s)] con un producto o servicio y el equipo de apoyo en el contexto de uso (por ejemplo, tiempo, ubicación, y la disposición del usuario)”. [26]

“La calidad de la experiencia que una persona tiene en la interacción con un diseño específico. Esto puede ir desde un artefacto específico, como hasta una taza de juguete, o sitio web hasta experiencias integradas más grandes, como un museo o un aeropuerto”. [27]

“Los aspectos de cómo la gente usa un producto interactivo: la forma en que se siente en sus manos, lo bien que entienden cómo funciona, cómo se sienten al respecto, mientras que lo están utilizando, lo bien que sirva a sus propósitos, y lo bien que encaja en todo el contexto en que se están utilizando. Si estas experiencias tienen éxito y atractivo, a continuación, entonces son valiosas para los usuarios y digno de mención por parte de los jurados de premios de diseño de interacción”. [28]

Tomando como insumo la literatura antes exhibida, y para efectos de la presente investigación, el concepto de UX se define como lo que percibe el usuario en su experiencia emocional respecto a satisfacer sus necesidades, expectativas y motivación a través de las respuestas que se derivan de la interacción con un sistema dentro de un contexto de uso dado.

2.2 Calidad en Uso

Los desarrolladores de software siempre buscan alcanzar un alto nivel de calidad en sus sistemas, esto con el fin de mejorar el proceso de interacción en la realización de una tarea específica en un contexto de uso dado. Como la calidad de software influye directamente en el éxito de los productos (hardware o software), al momento de desarrollarlos deben ser tenidos en cuenta conceptos como la usabilidad y la experiencia de usuario, a fin de lograr una óptima experiencia. Las normas internacionales ayudan a caracterizar y analizar la calidad de un sistema software. [29]

De acuerdo con las normas internacionales, la calidad de un sistema interactivo tiene dos componentes o dimensiones principales: uno es el componente 'producto', con puntos de vista interno y externo. Este componente tiene especial relevancia en las disciplinas de Ingeniería de Software. El otro componente de calidad se centra en cómo los usuarios utilizan las tareas de funcionalidad/desempeño en un contexto específico de uso (proceso de su uso). Este componente se puede caracterizar por propiedades tales como la facilidad de uso, la accesibilidad y la experiencia del usuario. Todas estas propiedades están relacionadas con la disciplina HCI. Este componente es más similar a la calidad del proceso de uso; es decir, la calidad del proceso de interacción en un sistema de software específico en un contexto de uso en particular. [29]

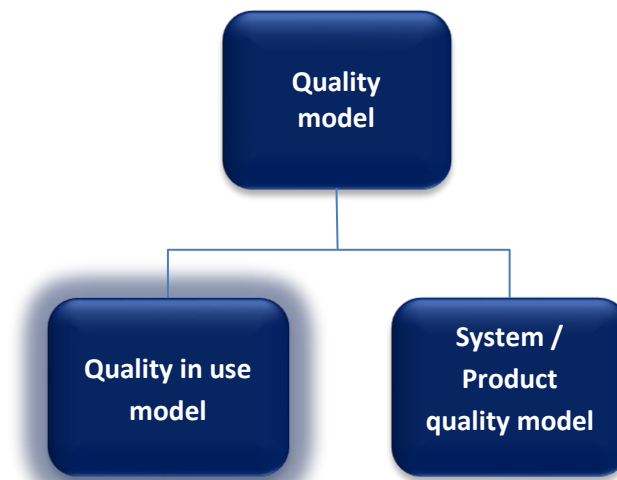


Figura 1. Calidad del Producto Software y Calidad en uso [29].

En la Figura 2 se puede apreciar la División Gestión de Calidad que posee como componentes más fuertes la especificación de requisitos de calidad y el proceso de evaluación de calidad del software, componentes en los que se enfoca este proyecto.

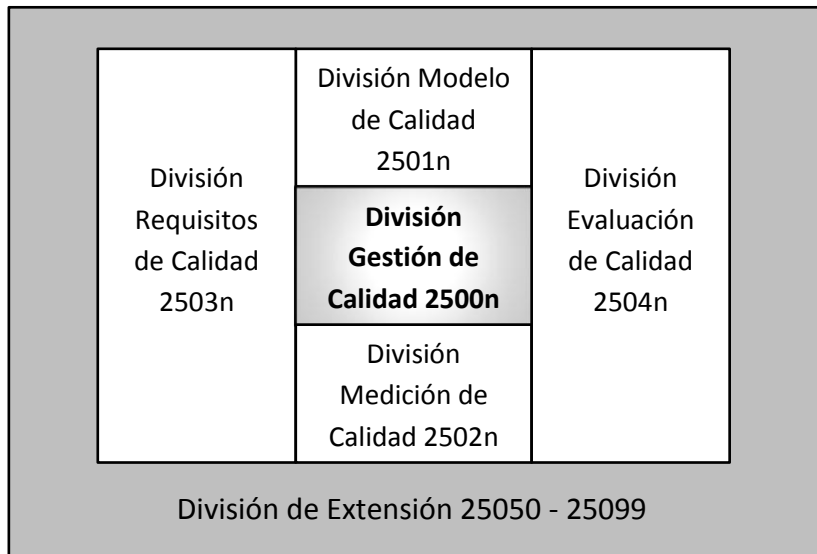


Figura 2. Organización del Estándar Internacional SQuaRe [30]

Existen muchas definiciones que representan el concepto de calidad, cada una de ellas ofrece ideas diferenciadoras, pero también se logra cierto grado de convergencia. Para efectos de este proyecto, el cual está contemplado bajo el concepto de la calidad en uso, la definición base será la expuesta en la norma ISO/IEC 25010:2011 que la define como el grado en el cual un producto o sistema puede ser utilizado por usuarios específicos para satisfacer sus necesidades y cumplir sus objetivos con eficacia, eficiencia, libertad de riesgos y satisfacción en un contexto específico de uso [30], es decir, la excelencia que perciben los usuarios frente al cumplimiento o no de sus expectativas y la manera en que se consigue bajo condiciones de uso reales.

El “grado de calidad” en el software debe ser medido o estimado con el objetivo de caracterizar el concepto de calidad de una manera más precisa y subjetiva. La descomposición de la calidad en subcaracterísticas hace que el proceso de evaluación de la calidad sea mucho más fácil, y esto se conoce como un modelo de calidad [29]. (ver Figura 3).

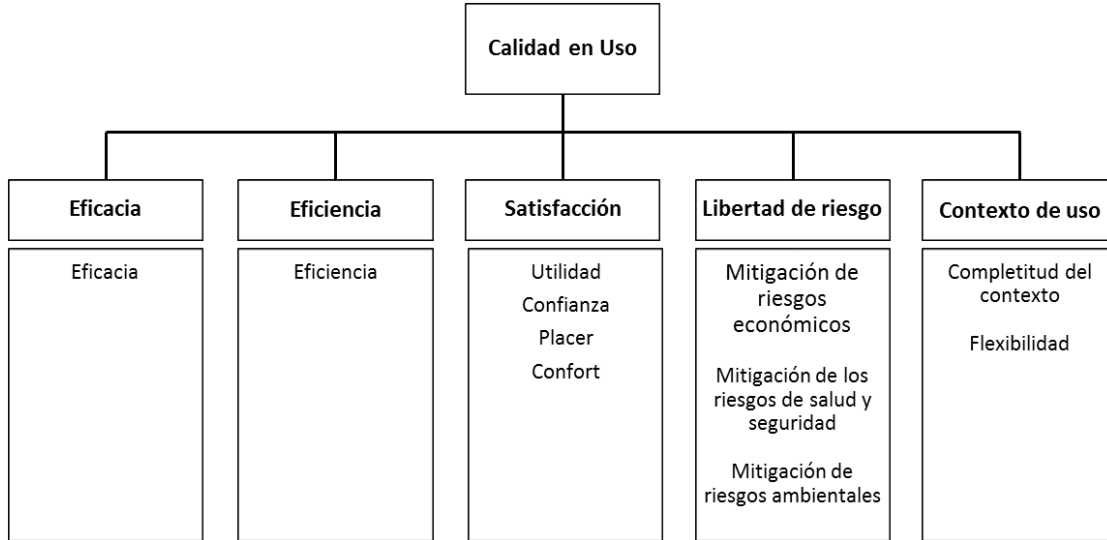


Figura 3. Modelo de Calidad en Uso ISO 25010 [30]

Las definiciones presentadas en la norma se describen a continuación:

- **Eficacia**, la exactitud y la exhaustividad con la que los usuarios a lograr los objetivos especificados.
- **Eficiencia**, los recursos gastados en relación a la exactitud y la exhaustividad con que los usuarios alcanzan los objetivos. Los recursos relevantes pueden incluir el tiempo para completar la tarea (recursos humanos), materiales, o el costo financiero de su uso.
- **Satisfacción**, el grado de satisfacción de las necesidades de los usuarios cuando un producto o sistema se utiliza en un contexto de uso específico. La satisfacción es la respuesta del usuario a la interacción con el producto o sistema, e incluye las actitudes hacia el uso del producto.
- **Libertad de riesgo**, grado en que un producto o sistema mitiga el riesgo potencial de la situación económica, la vida humana, la salud o el medio ambiente. El riesgo es una función de la probabilidad de ocurrencia de una amenaza dada y las consecuencias adversas potenciales de que las amenazas ocurran.
- **Contexto de uso**, grado en que un producto o sistema se puede utilizar con eficacia, la eficiencia, libertad de riesgo y la satisfacción en ambos contextos de uso, especificados y más allá de los identificados inicialmente de forma explícita, por ejemplo, grupos de usuarios adicionales, las tareas y las culturas o teniendo en cuenta las circunstancias, las oportunidades y las preferencias individuales que no habían sido previstos con antelación. La flexibilidad en uso también se puede definir como la capacidad de un sistema para ser

modificado de modo que pueda adaptarse a las nuevas clases de usuarios, tareas o ambientes.

2.3 Diseño Centrado en el Aprendiz (DCA)

Los computadores han evolucionado constantemente a partir de su aparición, poco a poco han mejorado la forma como las personas realizan las labores cotidianas, y sus tareas en el trabajo, en un principio era necesario realizar una inducción previa antes de poder comprender el manejo de estas máquinas, hoy en día gracias a la experiencia en su uso, y diferentes filosofías como la HCI, y el DCU. Los computadores y los sistemas informáticos son más fáciles de usar e intuitivos brindándoles a los usuarios mejores experiencias al utilizarlos. Sin embargo la facilidad de uso no es la única necesidad que debe ser satisfecha, dar soporte a los individuos es desafío para la HCI. [31]

El uso de las tecnologías de la computación han ido presentando una serie de transiciones con el correr del tiempo, en un inicio fue la persuasión a las personas para ser usadas, luego la demostración de beneficios en la relación costo-rendimiento, seguidamente se profundizó en las funcionalidades que debe aportar una interfaz, en los últimos tiempos se ha enfocado en diseños centrados en el usuario, ahora estamos en una nueva transición que es parte de las tecnologías aplicadas a la educación, los diseños centrados en el aprendiz. [31]

Así como se deben entender las necesidades de los usuarios al usar las diversas tecnologías de la computación, también se deben entender las necesidades y las características de los aprendices al usar los sistemas que van enfocados a la enseñanza, este es uno de los desafíos y cuestiones a resolver en el DCA [31], este enfoque está en agudo contraste con la educación tradicional ya que el aprendiz deja de ser pasivo para convertirse en activo, además no se centra en la competencia sino en la cooperación [4]. En el DCA el enfoque de la enseñanza es facilitar el aprendizaje de los estudiantes, en lugar de la enseñanza del profesor [4]. Por lo tanto se tiene el potencial para avanzar en el aprendizaje del estudiante, no sólo a través del fomento del pensamiento de orden superior y las habilidades de aprendizaje, sino también a través de promover la capacidad de comprender y aplicar los conocimientos a las situaciones de la vida real [4].

Según Elliot Soloway et al. [31], el diseño de software se enfoca en tres aspectos: Tareas, Herramientas, Interfaces, donde las Tareas son lo que se debería realizar en el software, las Herramientas son las utilidades que son proporcionadas para hacer

frente a esas tareas y las Interfaces se refieren a como se van a representar estas herramientas. Básicamente los anteriores son tres aspectos que se tienen en cuenta en el DCU y Soloway dirigió este enfoque hacia el desarrollo de sistemas de aprendizaje [32] poniendo en el centro del modelo las necesidades del aprendiz. Para poner a los aprendices en el centro del diseño, sus necesidades deben ser direccionadas teniendo en cuenta los siguientes principios [31]:

- **El objetivo es aprender.**
- **La motivación es la base:** tanto los aprendices y los profesionales tienen una tendencia a procrastinar cuando se enfrentan a una tarea para la que no están preparados, además la motivación es asociada con una atractiva y participativa interfaz.
- **La diversidad es la norma:** cada uno de los integrantes del salón, tiene diversos intereses, y habilidades, por lo tanto, una aplicación debe recoger todo esto en un solo espacio y respetar los diferentes niveles de experiencia y estilos de aprendizaje.
- **El crecimiento es el desafío:** el software debe evolucionar junto con el desarrollo de las actividades de los individuos, enfatiza la necesidad de respetar los objetivos que los aprendices tienen cuando desarrollan una tarea.

El modelo para guiar el diseño de software centrado en el aprendiz es denominado modelo TILT (Tools, Interfaces, Learner's needs, Task), está basado en la teoría constructivista de Jean Piaget donde el conocimiento se construye mediante la interacción con los demás discutiendo y reflexionando (ver Figura 4). Los componentes se describen a continuación:

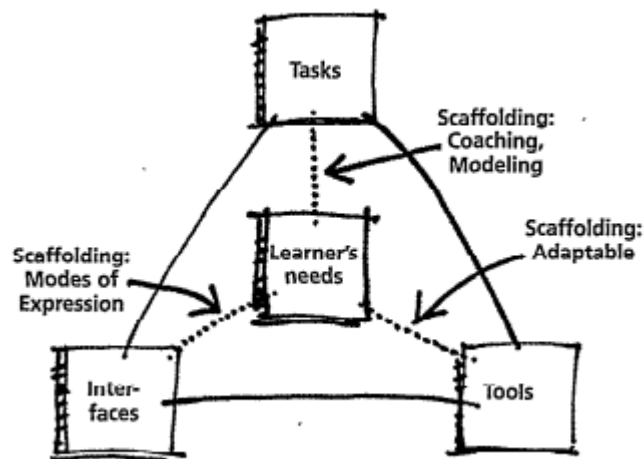


Figura 4. Modelo TILT. Tomado directamente de [31]

- **Herramientas (Tools):** las herramientas deben ser adaptables con el fin de dar soporte a un aprendiz
- **Interfaces (Interfaces):** estas deben usar diferentes medios y modos de expresión para que los aprendices sean capaces de expresarse por sí mismos.
- **Tareas (Task):** se basan en una técnica denominada Coaching, usada en los STI, para ayudar al aprendiz a obtener el conocimiento y la experiencia específica en el dominio de una tarea. Para cada tarea la clave es que el aprendiz vaya tomando experiencia a medida que el profesor lo va guiando asegurándose del éxito en terminar la tarea, como el aprendiz gana experiencia el profesor le va dando cada vez menos y menos asesoramiento hasta que él toma el completo control, a esto se le conoce como Scaffolding [32].

Aunque para el DCA la filosofía es tener en cuenta al aprendiz, algunos autores como Judith Good [32], consideran que tal como se ha concebido el DCA, parece estar muy orientado en el diseño del producto, ya que describe los componentes de un sistema diseñado de acuerdo al DCA, y no proporciona una guía explícita para diseñadores que deseen implementarlo, además en [32] se menciona una metodología conocida como “Metodología de Colaboración Persistente” (MCP) que involucra a profesores, investigadores, y a tecnólogos en un ciclo permanente de observación, reflexión, diseño y acción. Sin embargo esta metodología puede ser más orientada en el diseño centrado en el colegio, que en el aprendiz, ya que estos últimos no están el equipo de diseño.

Para diferenciar un poco el DCU del DCA, en el estudio [33], se hace una comparación entre distintos aspectos que conforman cada enfoque. A continuación en la Tabla 1 se muestran algunas diferencias con respecto a las personas que conforman cada uno de estos enfoques.

Tabla 1. Cuadro comparativo entre Usuarios y Aprendices. Creación Propia

Usuarios	Aprendices
El usuario comprende cuales son las tareas que realiza en su trabajo. Simplemente necesitan una herramienta informática que ayudará a completar sus tareas de trabajo con facilidad y eficacia	No poseen un ámbito de trabajo, no tienen unas tareas definidas en las cuales se deben enfocar.
Los usuarios que están en un entorno laboral comparten una cultura laboral, tienen una serie de aspectos homogéneos del diseñador depende realizar un arquetipo que abarque los aspectos similares y desarrollar	Son heterogéneos, no comparten una cultura común de trabajo. Por lo tanto, los diseñadores deben dirigir su atención a este suceso.

Usuarios	Aprendices
una herramienta centrada en este tipo de usuario.	
Los usuarios que son apasionados por su trabajo no necesitan una motivación adicional para realizar su tarea.	No poseen una motivación implícita por el trabajo además de que en el transcurso del proceso pueden perder motivación debido a los obstáculos que puedan presentarse.
Los usuarios no quieren aprender a hacer su trabajo a través de la herramienta, simplemente necesitan, algo que les ayude a completar su tarea.	La comprensión de los aprendices crece a medida que van tomando experiencia, por lo tanto las herramientas también deben cambiar a medida que ellos lo hacen.

Es importante resaltar los desafíos que se presentan tanto en el DCU como en el DCA, frente a esta situación, el estudio [33] sugiere la siguiente distinción:

Desafíos del DCU:

Cuando los usuarios utilizan una herramienta lo hacen teniendo unos objetivos en mente, y la herramienta deberá proporcionar acciones para cumplir esos objetivos, luego los usuarios evaluarán si facilitó el logro de los objetivos.

La brecha en el usuario y el computador se representa en términos de la cantidad de esfuerzo requerido para usar la herramienta y comprender su ejecución para realizar las tareas utiliza la teoría de la acción que describe la forma de trabajar con las herramientas.

En el DCU se tienen en cuenta los siguientes modelos conceptuales:

- **Modelo de Diseño**
Se realiza de acuerdo a la comprensión de las tareas, capacidades y requisitos del usuario, esto implica entrevistas con expertos en el dominio del trabajo.
- **La imagen del sistema**
Es el sistema físico real, el diseñador lo hace en base al modelo de diseño.
- **Modelo del Usuario**
Es el modelo conceptual que el usuario desarrolla a través de la experiencia obtenida con el sistema.

Desafíos del DCA:

Los aprendices no poseen un conocimiento previo sobre el dominio del trabajo como los profesionales, por lo tanto necesitan desarrollar habilidades para

comprender el dominio del trabajo y reducir la brecha de conocimientos entre el aprendiz y el dominio del trabajo, es decir adquirir conocimiento más rápidamente. Según esto en el DCA se utilizan las teorías del aprendizaje para describir cómo las personas adquieren conocimientos, además aparecen estos modelos conceptuales adicionales a los del DCU.

- **Modelo del Dominio**

Expresión del dominio del trabajo que los aprendices están tratando de comprender.

- **Modelo Educativo**

Manera como el modelo del dominio debe ser presentado a los aprendices para facilitar la construcción del conocimiento, para ello se necesitaran expertos en el dominio, por ejemplo: maestros.

Además de lo anterior, para que los aprendices ganen experiencia se deben considerar estas teorías [33]:

- **Teoría del aprendizaje constructivista social**

El aprendizaje debe ocurrir en la representación del contexto de trabajo. Los aprendices deben construir sus conocimientos mediante la participación en la cultura de trabajo para desarrollar una comprensión de: las prácticas comunes, los lenguajes, las herramientas y los valores de una cultura. Los aprendices hacen preguntas para recoger información y organizarla, participando en actividades del ámbito de trabajo determinado, para ayudarles a participar en las nuevas actividades laborales, de ser necesario, se les debe brindar apoyo adicional “Scaffolding”, en cómo utilizar sus herramientas.

- **Teoría Constructivista**

Implica que el aprendiz debe aprender haciendo, por medio de procesos activos, constructivos y generativos.

En resumen el DCU se enfoca en facilitar las tareas de los usuarios, mientras que el DCA se enfoca en generar nuevo conocimiento necesario para el dominio del trabajo, tratando a los aprendices tanto como trabajadores, como estudiantes, que deben aprender nuevas tareas o tener nuevo conocimiento.

2.4 Emociones

La emoción está siendo aceptada y estudiada como un elemento importante en el éxito del diseño de la HCI y siempre ha sido importante en el diseño en general, pero

mas como disciplina arraigada en la mentalidad de la psicología cognitiva de los años 70 y 80 [34]. La HCI ha tardado en aceptar que el afecto es un componente esencial del razonamiento sobre el mundo [34]. El campo de la HCI estudia las emociones desde diferentes enfoques, como por ejemplo el de la computación afectiva y la perspectiva del diseño emocional, desde los cuales se infiere que los sistemas de computación deben reconocer las emociones de los usuarios, los estados afectivos del modelo de usuario, adaptarse al estado afectivo del usuario y expresar las emociones [34]. El enfoque de diseño emocional es defendido por muchos investigadores y practicantes que plantean la consideración de las emociones dentro del diseño de productos interactivos, además de que son tenidas en cuenta como una parte importante de la UX [34].

Definición de Emoción

“Las emociones son sistemas neurofisiológicos complejos con niveles viscerales, de comportamiento y de reflexión que operan en los sistemas biológicos, neurológicos y psicológicos y la interacción con la cognición, la memoria, la resolución de problemas, etc”. [34].

Por otro lado, Picard utiliza el término “Computación Afectiva” para describir sistemas que usan cualquiera de la amplia gama de emociones y resalta las ‘experiencias internas’ y las ‘expresiones emocionales’ externas. Norman utiliza la ‘emoción’ para indicar los niveles subyacentes y el ‘afecto’ para los niveles de reflexión de la emoción. En conclusión existen miles de palabras y metáforas relacionadas con los estados emocionales específicos que habitualmente se manejan sin una clara correlación con las percepciones y experiencias de las emociones individuales [34]. Teniendo en cuenta las emociones como un proceso continuo y en constante cambio, se puede deducir que “las emociones son procesos multifacéticos que se desarrollan con el tiempo, influidos por los acontecimientos internos y externos, que se manifiestan a sí mismos en múltiples canales; resultando en patrones fisiológicos específicos y los canales emocionales están débilmente acoplados y puede interactuar de manera compleja”. [34].

Continuando con la exploración del espacio semántico de los conceptos populares de la emoción, se encuentra a Scherer, quien define la emoción como “un episodio de cambios interrelacionados, sincronizados en los estados de todos o la mayoría de los cinco subsistemas orgánicos (ver Tabla 2) en respuesta a la evaluación de un evento de estímulo externo o interno como relevantes para las principales preocupaciones del organismo” [35].

Tabla 2. Relaciones entre los subsistemas orgánicos y las funciones y los componentes de emoción [35]

Funcionamiento de las emociones	Subsistema orgánicos y principales sustratos	Componente de las emociones
Evaluación de objetos y eventos	Tratamiento de la información (SNC)	Componente cognitivo (Evaluación)
La regulación del sistema	Soporte (CNS, SNE, SNA)	Componente neurofisiológico (Síntomas corporales)
Preparación y dirección de la acción	Ejecutivo (CNS)	Componente de motivación (Tendencias de acción)
Comunicación de la reacción y la intención de conducta	Acción (SNS)	Componente motor de expresión (expresión facial y vocal)
Monitoreo del estado interno y la interacción organismo-ambiente	Monitor (CNS)	Componente sentimiento subjetivo (experiencia emocional)

Nota: **SNC** = Sistema Nervioso Central; **SNE** = Sistema Neuro-Endocrino; **SNA** = Sistema Nervioso Autónomo; **SNS** = Sistema Nervioso Somático.

Componentes de la respuesta emocional

Tradicionalmente las emociones han sido divididas en tres componentes principales [36]:

- **Activación fisiológica:** los cambios fisiológicos los experimenta el cuerpo como respuesta a un evento emocional, cambios como alteraciones de los latidos del corazón, la temperatura corporal, la respiración, entre otros.
- **Expresión motora:** estos son los cambios que se manifiestan a través de la expresión facial y vocal, los gestos y la postura. Estos cambios representan una forma de comunicar el estado de un individuo y sus intenciones de comportamiento para con los otros miembros del grupo. Estas respuestas se pueden expresar a la vez consiente e inconscientemente.
- **Sentimiento subjetivo:** hace referencia a la conciencia que tiene el individuo de su episodio emocional y por lo tanto puede describirlo a través de la utilización de un léxico emocional para comunicar fácilmente su respuesta frente a ciertos estímulos.

Evaluación de las respuestas emocionales

A lo largo de los años muchas investigaciones han buscado desarrollar un método fiable para evaluar las emociones. Dichos métodos pueden ser clasificados de acuerdo a los componentes de la respuesta emocional mencionados anteriormente [36]. La clasificación se puede apreciar en la Tabla 3.

A pesar de las desventajas que comparten los distintos tipos de instrumentos, los instrumentos de auto-reporte, presentan dos ventajas importantes sobre los otros dos tipos de instrumentos, que se consolidan como la única alternativa viable para la investigación actual. En primer lugar, sólo esta clase de instrumentos pueden medir combinación de emociones (emociones mezcladas). Por otro lado, solo estos instrumentos pueden medir de manera fiable emociones distintas de las emociones básicas. [36]

Como se puede apreciar en la Tabla 3, los métodos de evaluación de emociones que se clasifican en el componente "Sentimiento Subjetivo", como por ejemplo, los de auto-reporte, poseen ventajas importantes que se acomodan a las necesidades de la actual investigación. Se destacan la capacidad que tienen de medir emociones mezcladas (combinación de un conjunto variado de emociones) y la capacidad de abarcar más allá de las emociones básicas. [36]

Por último, tomando como base teórica la información encontrada en la Tabla 3, es posible inferir que las emociones pueden ser clasificadas en emociones implícitas y emociones explícitas. Las **emociones implícitas** son aquellas que están enmarcadas dentro de los componentes de respuesta emocional "Activación fisiológica" y "Expresión motora", las cuales son el producto del estado emocional de una persona, por lo tanto no son conscientemente controladas por el individuo, pero se activan por el cuerpo en un nivel inconsciente, y así éstas pueden ser consideradas mediciones objetivas. Por otra parte, las **emociones explícitas** se relacionan con el componente emocional "Sentimiento Subjetivo", en este tipo de emociones el usuario es consciente de su estado emocional, por lo que se puede utilizar por ejemplo el auto-reporte para hacer una evaluación de los sentimientos subjetivos del individuo. [36]

Tabla 3. Clasificación de los métodos de evaluación de las respuestas emocionales. Información tomada de [36]

Componentes de la respuesta emocional			
	Activación fisiológica	Expresión motora	Sentimiento subjetivo
Descripción	<p>Los cambios fisiológicos que experimenta el cuerpo como resultado de un evento emocional desencadenante pueden ser cuantificados por medio del uso de aparatos especializados (es decir, diodos, termómetros, etc).</p> <p>El uso de instrumentos de medición externos puede convertirse en un factor intrusivo que afecta a la reacción del usuario, ya que no se está probando en un ambiente neutral. Las medidas exigen una mano de obra cualificada de expertos en fisiología y altos requerimientos de instrumentación técnica y es engorroso para integrarse en la investigación de productos de consumo.</p>	<p>A través de la medición de los gestos, las expresiones faciales y los cambios en los tonos de voz, por ejemplo, también es posible evaluar las respuestas emocionales de los sujetos. Los estudios sobre el funcionamiento intrínseco de los músculos faciales y su importancia en la conducta facial, así como experimentos en materia de reconocimiento de las emociones de la señal acústica de voz se encuentran entre algunas de las investigaciones en curso que se realizan en este campo.</p>	<p>A través del uso de métodos de auto-reporte se puede hacer una evaluación de los sentimientos subjetivos del individuo. Estos métodos son en esencia los cuestionarios en los que el individuo puede calificar su(s) emoción(es) mediante el uso de una escala determinada, o al describirla verbalmente. Versiones pictóricas de estos métodos también se han desarrollado para aliviar, en cierta medida, la especificidad cultural y lingüística de material verbal.</p>
Ventajas	<p>Una de las principales ventajas de las mediciones fisiológicas es el hecho de que estos no son conscientemente controlados por el individuo, pero se activan por el cuerpo en un nivel inconsciente, y así éstas pueden ser consideradas mediciones objetivas. Además, también son independientes de las variables culturales o sociales, para que puedan ser utilizadas en</p>	<p>Muchos especialistas coinciden en la existencia de algunas expresiones faciales universales de la emoción básica. Teniendo esto en cuenta, la principal ventaja de este enfoque es el cierto nivel de independencia cultural de su naturaleza (por lo menos en relación con las emociones básicas), lo que significa que se puede utilizar para las evaluaciones</p>	<p>Una ventaja es la posibilidad de evaluar una mezcla de emociones, ya que el individuo tiene a menudo la posibilidad de valorar lo que experimenta como una combinación de un conjunto variado de emociones. Exige poco apoyo técnico y unas cuantas hojas de papel y un lápiz a menudo puede ser suficiente para llevar a cabo una</p>

Componentes de la respuesta emocional

Activación fisiológica	Expresión motora	Sentimiento subjetivo
cada grupo objetivo posible.	<p>transculturales.</p> <p>La observación y la evaluación de estas expresiones se pueden hacer de una manera no intrusiva ya que los instrumentos utilizados (cámaras de vídeo y micrófonos) se pueden configurar en un caso que no moleste a la persona, lo que es menos probable que afecte o interfiera con su reacción hacia los estímulos.</p>	<p>prueba, por lo que es muy fácil de recoger los datos de una cantidad significativa de personas con muy poca experiencia técnica necesaria para ello.</p>
Desventajas	<p>La principal desventaja de este enfoque es el hecho de que aunque las mediciones de los propios cambios fisiológicos son muy precisos, todavía hay discusión sobre cómo exactamente determinadas reacciones fisiológicas se pueden vincular a una emoción específica. El efecto que otras variables externas pueden tener sobre estas medidas fisiológicas, no se tienen en cuenta tampoco. Por ejemplo, temas como la actividad física antes de la prueba pueden afectar del sujeto ritmo cardíaco o su temperatura corporal, independientemente de su estado emocional.</p> <p>Este enfoque se centra generalmente en la medición de las emociones básicas, ya que diferentes estudios no han demostrado que sea fiable para medir una mezcla de emociones aún, debido a la dificultad para ligarse ciertas respuestas motoras a las emociones secundarias. Emociones leves con escasa respuesta motora también pueden ser difíciles de evaluar.</p> <p>También hay una posibilidad de que las expresiones motoras se pueden controlar a un cierto grado por el individuo, lo que significa que no se garantiza que la emoción leída es de hecho, la emoción experimentada.</p> <p>Otra desventaja es el alcalde los altos requerimientos técnicos para la</p>	<p>Con frecuencia es difícil para el ser humano expresar con claridad sus emociones de la manera que las está experimentando, y el hecho de que él es consciente de la evaluación puede distorsionar lo que informa (ya sea consciente o inconscientemente).</p> <p>Dado que los episodios emocionales son un proceso en el tiempo, es crucial que se evalúe lo más rápido posible. Una evaluación tomada demasiado tiempo después de que el evento estimulante haya terminado, puede causar una medida distorsionada, y, concentrarse en una lista de emociones dadas por demasiado tiempo puede ser engañoso para la evaluación fiable de la experiencia una persona.</p>

Componentes de la respuesta emocional

Activación fisiológica

Expresión motora

Sentimiento subjetivo

instrumentación y la experiencia que exige este enfoque.

2.5 Evaluación de emociones

A continuación se describen brevemente algunos métodos de evaluación emocional tomados como referentes para esta investigación, con el fin de obtener los aspectos más relevantes de cada uno de ellos.

Product Emotion Measurement Instrument - PrEmo

Es un instrumento de auto-reporte no-verbal que mide 14 emociones que a menudo son elicitadas por el diseño de productos, estas emociones se clasifican en dos categorías: 7 emociones inscritas dentro de la categoría del agrado (deseo, sorpresa agradable, inspiración, entretenimiento, admiración, satisfacción, fascinación); y las 7 restantes al desagrado (indignación, desprecio, disgusto, sorpresa desagradable, insatisfacción, desilusión y aburrimiento). Cada emoción está representada por una animación que acorde al sentir producido por el diseño del producto, el usuario selecciona y posteriormente califica una de tres posibles escalas que indican: sentir, sentir en cierto grado y no sentir la emoción [37]. PrEmo ha sido desarrollado para llevar a cabo la evaluación de emociones que generan productos estáticos, por lo cual en la investigación es necesario adecuar las características de este instrumento a los sistemas de interacción, además se debe tener en cuenta los aspectos de diseño de APV que puedan evocar emociones positivas y que puedan apoyar el proceso de la enseñanza.

EMOCARDS

EmoCards se ha aplicado en otros contextos para medir la satisfacción del usuario frente al uso de un producto, es decir, medir el grado de cumplimiento sus expectativas. Este instrumento podría ser aplicado sobre prototipos funcionales, para conocer y determinar las emociones percibidas por los usuarios antes de entregar una versión definitiva. Los buenos resultados obtenidos en diferentes áreas de mercado consolidan a EmoCards como una herramienta útil sobre el campo emocional.

Es una herramienta de auto-reporte, propuesta por Pieter Desmet [38], en la cual se manejan expresiones emocionales representadas a través de dibujos animados, 8 rostros femeninos y 8 masculinos. Funciona de la siguiente manera: a medida que se desarrolla la interacción de una persona con un determinado producto, la persona debe ir señalando una expresión con su respectiva intensidad, en una escala de 0-4 (0: mínima intensidad y 4: máxima intensidad). Los resultados obtenidos ayudan a conocer el nivel de satisfacción que le generó el producto.

Relacionada con la propuesta del actual proyecto, EmoCards presenta cierta falencia debido al espacio limitado de tan solo 8 emociones que se le brindan para escoger al usuario, lo que impide que EmoCards avance como un referente sobre la dimensión afectiva-emocional. También carece de soporte teórico acerca de las emociones relacionadas con el proceso de aprendizaje en línea. Así mismo no provee información sobre los aspectos afectivos y emocionales que deben estar presentes en la evaluación del diseño de APV. Las deficiencias presentes en EmoCards son puntos esenciales para fortalecer en el actual estudio.

Geneva Emotion Wheel - GEW

GEW es una herramienta que se utiliza para capturar los estados emocionales de los usuarios que se producen durante la interacción y frente a la apariencia de un determinado producto. Sherer en [35] intenta dar un mejor tratamiento (comparado con otros instrumentos o métodos) a la representación de la excitación y/o a la intensidad de las emociones, proponiendo un método que involucra la distribución adecuada de etiquetas y gráficos, permitiendo de forma fácil y simple identificar una emoción y determinar su grado de excitación.

El sistema consta de un espacio de dos dimensiones, donde se muestra una etiqueta que representa una emoción y su intensidad. La intensidad se simboliza por círculos de diferentes tamaños, el círculo más grande hace referencia al mayor grado de emoción percibida, y viceversa. Además GEW tiene varios formatos de respuesta con el fin de que los usuarios establezcan una emoción. Uno de estos formatos es de tipo respuesta libre, que se usa para que el usuario defina alguna emoción que no fue tomada en cuenta por GEW, a través de un ítem adicional denominado “otra emoción”. Otro de los formatos, es la denominada “etiqueta neutral”, la escogerá el usuario cuando considere que una expresión no es emocional [35].

La relación que Sherer plantea entre el enfoque dimensional [35], [39] y el enfoque discreto [40], [41], [39] de las emociones, genera uno nuevo desde dos perspectivas, el cual brinda un soporte que facilita el uso de la herramienta y la interpretación y el análisis de sus resultados. Lo anterior hace que GEW cobre importancia dentro del enfoque emocional permitiendo precisar que emociones se pueden presentar durante la interacción con algún sistema. Dicha importancia es además apoyada por su éxito al ser aplicada en otros contextos [36], [42], [43]. Sin embargo aunque al incluir elementos como “otra etiqueta” o “etiqueta neutral” brinda versatilidad y flexibilidad, esto favorece la aparición de la subjetividad, tan indeseada en mecanismos de evaluación. Además a la luz de que ha sido una herramienta muy poco aplicada en campos educativos, advierte sobre la posibilidad de una ausencia de análisis sobre

las emociones presentes al usar sistemas informáticos educativos. Todo lo anterior sumado al manejo de un enfoque discreto para representar sus emociones, da como resultado llegar a la conclusión que GEW no es una herramienta totalmente apropiada para la evaluación de APV. En consecuencia, el estudio en desarrollo, debe analizar cuál es el enfoque emocional que mejor se acomoda al contexto objetivo, haciendo de la herramienta propuesta la más apropiada para evaluar APV.

Self-Assessment Manikin - SAM

SAM es una herramienta auto-reporte para la medición de las respuestas afectivas, en la que la persona percibe los estados emocionales y los selecciona. SAM contiene un conjunto de figuras a través de las cuales se establece el placer, excitación y dominio de una emoción percibida por un usuario [44]. Las figuras están distribuidas en 3 filas, en cada fila hay 5 figuras, lo que da un total de 15 figuras. En la primera fila se representa el placer desde el extremo izquierdo; máximo placer, hasta el extremo derecho; mínimo placer. En la siguiente fila se estructuran los grados de excitación que se manejan para una determinada emoción, por medio de un conjunto de imágenes. En la última fila se estructura la dimensión del dominio, lo cual hace referencia a “la percepción individual de control ejercido sobre el ambiente y la emoción misma” [45].

En términos generales las herramientas de auto-reporte que adoptan un enfoque dimensional deben lidiar con el problema de la multiculturalidad, y SAM no es la excepción. El uso de representaciones de emociones por medio de imágenes o gráficos contribuye a que el usuario identifique la emoción que está sintiendo de manera rápida, disminuyendo así, los problemas de selección e interpretación emocional. Como tantos otros mecanismos revisados, SAM carece de componentes emocionales relacionados con el ambiente de enseñanza-aprendizaje, que a su vez debe ser contemplado a través de características de DCU de APV.

El Diferencial Semántico – DS

Es uno de los principales métodos utilizados en el diseño emocional de productos para medir la percepción que los consumidores tienen de un objeto [46]. Fue creado por el investigador social Charles Osgood [47] en conjunto con un grupo de colaboradores.

Consiste en solicitar a un sujeto que emita un juicio subjetivo sobre un producto u objeto o sobre una representación del mismo reportando su percepción sobre un conjunto de pares de adjetivos opuestos que califican al objeto [46], entre cada par de adjetivos se presentan varias opciones y el sujeto selecciona aquella que refleje

su percepción en la mayor medida [47], estas opciones son básicamente una escala con graduación numérica [46].

La elección de los adjetivos que representen el producto es uno de los aspectos más críticos, ya que se debe hacer una elección apropiada para obtener la información deseada [46], pero se puede partir de la recolección de adjetivos referentes recopilados de publicidad, una investigación de las características de un producto, revistas, etc. el número de adjetivos utilizados es una cuestión subjetiva que debe realizar el investigador, ya que no está definido cuantos deben ser incluidos, depende de las características del objeto y de la fase de diseño en la que se esté, por otro lado los adjetivos pueden entenderse de una forma u otra, por ejemplo: la calificación como duro de un martillo puede asociarse a calidad, mientras que esa misma calificación para otro producto como una silla puede ser sinónimo de poca calidad, por lo tanto es indispensable realizar la selección de adjetivos de manera que correspondan al producto en especial [47].

2.6 Agentes Pedagógicos Virtuales

En los últimos años los APV han causado gran interés en el área de Interacción Humano Computador (HCI, por sus siglas en inglés), ya que estos son representaciones de personajes reales que aparecen en la pantalla de un computador, guiando a los usuarios a través de ambientes de aprendizaje multimedia, intentando introducir mayor soporte instructivo y motivacional en este tipo de enseñanza debido a las características sociales que ellos poseen [11].

Pese a que uno de los objetivos de los agentes, es intentar brindar mayor soporte motivacional a los usuarios, muy pocos estudios se han centrado en analizar dicho propósito [11]. Las investigaciones sobre el impacto afectivo que tienen los APV en la experiencia de aprendizaje de los estudiantes, genera en los investigadores diferentes apreciaciones sobre el uso de un agente pedagógico, ya que en algunos casos mejora los resultados de aprendizaje, a lo que Lester *et al.* [48] en su estudio denominó “The Persona Effect”(tomado de [48] citado en [11]). En este estudio no se confrontaron los resultados con un grupo de control, es decir un grupo de aprendices que no usen un agente pedagógico, solo se hizo una comparación entre los resultados de aprendizaje, antes del uso del agente y después del uso del mismo. Sin embargo, en el estudio de André *et al.* [12] en el que se hizo uso del mismo agente pedagógico y además se utilizó un grupo de control, el “Persona Effect” fue puesto en duda ya que los resultados de aprendizaje no mostraron diferencias significativas (tomado de [12] citado en [11]).

Aunque las conclusiones anteriores pueden resultar un poco desalentadoras, también es importante resaltar que para el diseño e implementación de dichos agentes no se tuvo en cuenta aspectos como las Condiciones de Uso de los Agentes Pedagógicos (PACU, por sus siglas en inglés) (tomado de [49] citado en [11]), las cuales orientan cómo deben estar diseñados los agentes, planteando cuatro condiciones: 1) El contexto donde el agente pedagógico es utilizado y sus temas a ilustrar, 2) Características del aprendiz que va utilizar el agente, 3) Las funciones que el agente pedagógico realiza, y 4) El diseño del agente. Estas condiciones pueden llegar a ser puntos claves para diseñar APV; sin embargo, existen otros factores que podrían contribuir con la motivación hacia el uso de los APV, los cuales no han sido considerados significativamente, como por ejemplo el rol de las emociones en el diseño de los agentes y el diseño centrado en el usuario.

Dentro del estudio de George Veletsianos [50], en el cual se examina el grado en que los agentes pedagógicos contextuales⁴ y no contextuales⁵ influyen en el aprendizaje del estudiante y sus impresiones, los fundamentos teóricos, la evidencia de la psicología social y la interacción humano-computador, son aspectos que revelan que los estudiantes a partir de un conjunto de señales no verbales⁶ mostradas por los agentes, los clasifican en estereotipos⁷. Estos aspectos pueden contribuir al desarrollo de la presente investigación, ya que proporcionan información sobre las señales manifestadas por los agentes y la importancia de la contextualización de los mismos para generar una interacción apropiada con el usuario. Sin embargo, aunque el estudio de Veletsianos busca aproximarse a las necesidades de los usuarios a través de la manifestación de señales verbales y no verbales por parte de los agentes, no se considera el estado emocional de los usuarios, al momento de interpretar la interacción con los agentes.

Por otro lado, dentro del estudio realizado por Velasco-Santos Perla *et al.* [51], se propone un diseño de APV en el cual se consideran los distintos estilos de aprendizaje, a través del color como característica cuantificable; relacionando la psicología del color con los estilos de aprendizaje. Lo anterior permite contar con una

⁴ **Agentes pedagógicos contextuales:** Hacen referencia a ajustar algunas de sus características de diseño de acuerdo a un área de contenido específica y/o a la situación en la que se desempeñen.

⁵ **Agentes pedagógicos no contextuales:** Mantienen las mismas características de diseño sin importar la situación o el área en la que se desempeñen.

⁶ **Las señales no verbales** provienen de cualquier característica visible u objeto, como el peinado, color de pelo, la presencia/ausencia de joyas, ropa, la etnia, el género o inflexión de la voz. La totalidad de las señales no verbales permite que los individuos formen impresiones acerca de los demás y se basan en las creencias estereotipadas como una fuente de información para hacer suposiciones sobre los demás

⁷ **Los estereotipos** se definen como creencias sobre las características de los grupos de individuos.

interacción más sofisticada con los sistemas de enseñanza inteligentes, no sólo por disponer de una intervención personalizada en el aspecto cognitivo, sino también porque propone una interfaz personalizada durante la interacción, dando pie a una ergonomía cognitiva⁸. En este trabajo, el color ofrece la oportunidad de simplificar los mecanismos para encontrar el estilo de aprendizaje de los usuarios, lo que permite crear la personalidad del agente pedagógico. Este estudio deja un gran aporte que permitiría lograr una sinergia apropiada entre las características visuales de las interfaces y los estilos de aprendizaje de los usuarios, sin embargo estos aspectos no son los únicos involucrados en el fenómeno de interacción humano computador. Para complementar un diseño de este tipo hace falta tener pautas relacionadas con los gestos, el diseño emocional y todo lo referente al intercambio de señales explícitas e implícitas al simular un proceso de enseñanza-aprendizaje uno a uno⁹.

Adicionalmente, el estudio de Martha Mora *et al.* [52], consideran la teoría de Ortony, Clore y Collins (tomado de [53] citado en [52]), a la que denominan teoría OCC, como “una teoría emocional que proporciona una base sólida para trabajar computacionalmente los modelos emocionales”, tratando a las emociones desde el punto de vista cognitivo, especificando que existen tres clases de emociones que son: Emociones basadas en acontecimientos que determinan las consecuencias ante acontecimientos deseables o indeseables, Emociones de atribución dándole responsabilidad a los agentes sobre sus acciones, y por ultimo Emociones de atracción que son basadas en las actitudes con respecto a los objetos. En este estudio se explicita la representación cognitiva de las emociones ligadas al modelo de procesos de enseñanza-aprendizaje (tomado de [54], [55] citado en [52]) en la cual se especifica que la estructura emocional tiene una serie de elementos relacionados con el entorno cognitivo del usuario.

Tal como lo plantea el estudio de Pieter Desmet [37], es mejor tratar las emociones como un fenómeno multifacético que considera los siguientes componentes: reacciones de conducta, reacciones expresivas (sonriente), reacciones psicológicas (corazón palpitante), sentimientos subjetivos (sentir diversión), donde estos componentes son implicados dentro dos enfoques principales: instrumentos no verbales e instrumentos verbales [37]. Los instrumentos no verbales miden el

⁸ **Ergonomía cognitiva:** se interesa en los procesos mentales tales como: percepción, memoria, razonamiento y respuesta motora, en la medida que éstos afectan las interacciones entre los seres humanos y los otros elementos componentes de un sistema. Tales como la tríada ergonómica (persona, ambiente, máquina).

⁹ **Proceso de enseñanza-aprendizaje uno a uno:** es un tipo de proceso más personalizado, en el que el tutor se adapta a las necesidades particulares del estudiante.

componente psicológico de la emoción. Una reacción expresiva, la expresión facial, la voz y la postura que acompaña la emoción y se basan en dos categorías: la expresión facial y la expresión vocal, es decir el enfoque de estos instrumentos es la observación y captura de las expresiones de los usuarios cuando interactúan con los productos [37]. Su mayor ventaja es que son independientes del lenguaje y pueden ser usados en diferentes culturas. Pero tienen como desventaja que solo pueden evaluar un conjunto básico de emociones y no pueden evaluar emociones mezcladas es decir emociones que se presentan simultáneamente [37]. Los instrumentos verbales miden los sentimientos subjetivos, es el conocimiento consiente del estado emocional del individuo por lo tanto debe ser medido por medio de auto reportes, donde cada usuario reporta o redacta las emociones que experimentó usando el producto. Tienen como ventaja que pueden evaluar varios tipos de emociones y además puede medir emociones mezcladas [37].

En el estudio [56], se presentan algunos métodos de evaluación como los son: *pilotos experimentales* y *elección forzada*. Los *pilotos experimentales* se enfocan en realizar la evaluación de la experiencia de usuario desde antes del desarrollo del sistema (expectativa), mientras el desarrollo (experiencia), después del uso del producto (juicio). Reconociendo que la experiencia de usuario es subjetiva y cambiante, resaltando la importancia de ajustar la evaluación de la experiencia que subsecuentemente repercute en el ajuste sobre el uso del sistema, así mismo se reconoce la importancia que tienen las respuestas emocionales sobre los productos sabiendo que la eficacia y eficiencia no simplemente logran evocar emociones positivas [56]. En el caso de la *elección forzada*: se evalúa que tan deseable puede ser un producto: los usuarios pueden elegir con mayor certeza un producto, de acuerdo a las características hedónicas del mismo sin que estas sean evidentes a los usuarios [56].

2.7 Aportes Investigativos

Teniendo en cuenta las técnicas, instrumentos y herramientas mencionadas, el aporte de este proyecto se enfoca en hacer un estudio comparativo entre técnicas de medición de emociones explícitas de los usuarios que apoyen los métodos de evaluación de la satisfacción de usuario al interactuar con APV. Esto conlleva realizar un estudio exhaustivo en el cual se desarrolla una revisión crítica de las técnicas de medición de emociones que sean posibles adaptar a las necesidades de éste proyecto, de manera que en conjunto arrojen resultados más objetivos, considerando que no existen métodos de evaluación de satisfacción de uso que se enfoquen específicamente en sistemas como los APV; contribuyendo a fortalecer los procesos

de evaluación, y permitiendo posteriormente, el desarrollo de diseños de APV más ajustados a las necesidades de los usuarios. Otro factor que resalta la relevancia del presente estudio, se encuentra relacionado con la abstracción de las características inherentes de los APV, la cual brindará una percepción más clara y concreta de los aspectos y/o características que diferencian a los APV.

En virtud de los resultados descritos, se propone una herramienta que permitirá evaluar la satisfacción de uso de los APV, a través de la medición de emociones explícitas generadas por los estudiantes durante su interacción con los APV. La herramienta buscará mayor objetividad en la evaluación de la satisfacción de uso de sistemas dedicados a la enseñanza-aprendizaje, en este caso, los APV, puesto que al considerar elementos que subyacen detrás del comportamiento subjetivo de las personas como las emociones, se evalúan los componentes emocionales que infieren sustancialmente en procesos relacionados a la interacción de las personas con los STI, y adicionalmente se obtienen elementos que pueden considerarse en un proceso de evaluación formal, soportado en la medición de emociones. De esta manera se lograría obtener por parte de los evaluadores, resultados más precisos y fiables que contribuyan a fortalecer el proceso de evaluación de la satisfacción de uso de APV y posteriormente, al desarrollo de técnicas de diseño y evaluación que estén más centradas en el usuario.

Capítulo 3. Integración de técnicas de medición de emociones explícitas en la evaluación de la satisfacción de uso de agentes pedagógicos virtuales

En Este capítulo se describen las etapas que se llevan a cabo para lograr la integración de técnicas de medición de emociones, necesarios para determinar un método que permita evaluar la satisfacción de uso en APV. A continuación en la Figura 5 se presenta un esquema que sintetiza la forma en como dichas etapas están relacionadas y soportan el desarrollo de esta investigación.

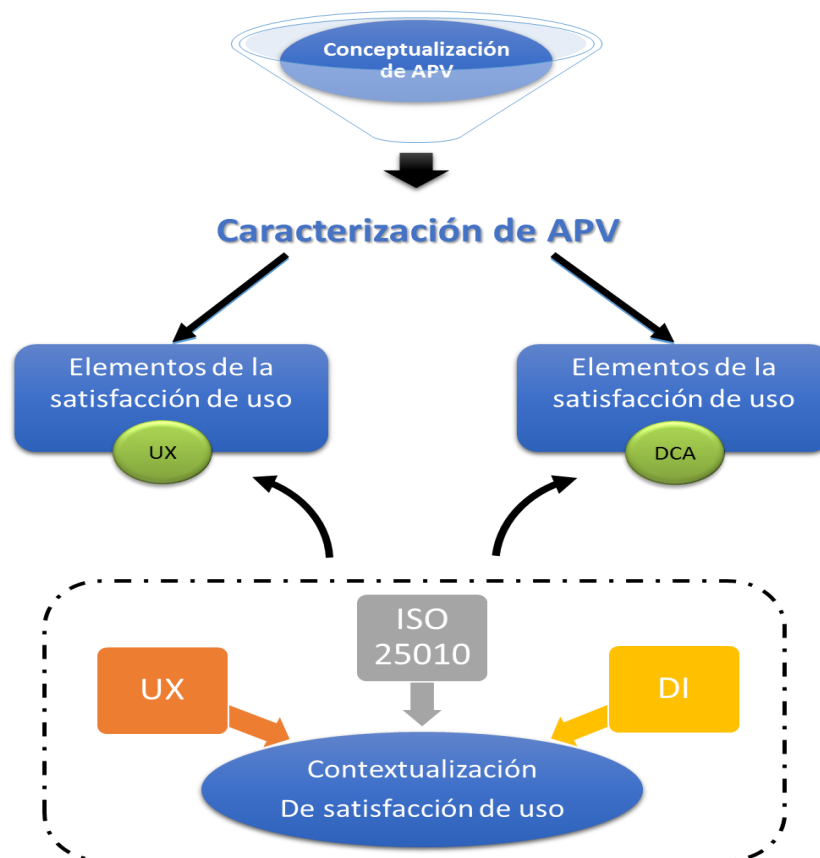


Figura 5. Síntesis de las etapas que soportan la integración

3.1 Conceptualización de APV

Para el desarrollo del presente estudio fue necesario entender claramente qué es un agente pedagógico y qué tipos de agentes existen, permitiendo establecer cuál es el tipo de agente más acorde con el enfoque del proyecto y también conocer la naturaleza específica de dicho agente en particular. Para lo cual se hizo hacer una revisión de la literatura acerca del área de los agentes pedagógicos, la cual se puede apreciar en el Anexo A, encontrando como uno de los estudios más relevantes el realizado por Stan Franklin y Art Graesser [57], en el que proponen, a partir del análisis de las definiciones recolectadas, una definición más formal de lo que es un agente autónomo y que lo distingue claramente de cualquier otro programa, y también exponen los tipos de taxonomía natural de los agentes autónomos. Debido a su alta relevancia evidenciada por su referencia en muchos estudios o artículos de otros autores, se considera este estudio como el soporte base para la actual conceptualización, sin embargo, existen otros autores que también serán tomados en cuenta.

Después de revisar las definiciones que ofrecen diferentes autores acerca de agentes, es necesario establecer una definición concreta que permita visualizar que tipo de agente será el objeto de estudio de la presente investigación.

Para propósitos de esta investigación se utilizara la etiqueta Agente Pedagógico Virtual (APV), para referir el siguiente concepto:

Un APV se caracteriza por ser autónomo, inteligente y animado, reside dentro y como parte de un entorno virtual, siendo capaz de tomar decisiones acerca de cómo soportar, facilitar y maximizar el aprendizaje de los estudiantes de acuerdo al entorno educativo en el que se encuentra situado cada estudiante en su proceso de aprendizaje. Puede ser considerado una extensión de un sistema tutor inteligente, con el propósito de generar interacciones cara a cara más enriquecidas¹⁰, lo cual es posible a través de la incorporación de características antropomórficas, es decir, características habituales del comportamiento, o de la apariencia humana.

De acuerdo con el entorno en el que se desenvuelven, los APV pueden desempeñar el papel de: tutor, aprendiz, y/o asistente, y

¹⁰ **Interacciones cara a cara más enriquecidas:** son aquellas que hacen uso de la locomoción, los gestos, animación, etc., para llamar la atención de los estudiantes hacia el aspecto más sobresaliente de las tareas, y transmiten las respuestas emocionales según la situación [125].

son capaces de comunicarse con otros agentes para apoyar y dar cumplimiento a sus planes de acción.

3.2 Caracterización de APV

Esta sección presenta el procedimiento que se ha efectuado para realizar la caracterización de APV. Este procedimiento corresponde a tres fases: *Definición del Protocolo de Caracterización, Desarrollo de la Caracterización, Conclusiones del proceso de Caracterización.*

Esta caracterización se realizó con el propósito de identificar y establecer los atributos particulares que conforman un APV y que lo distinguen claramente de otro tipo de sistemas interactivos.

Para el desarrollo de esta tarea se definió formalmente un protocolo en el que se consideraron ciertos criterios, los cuales fueron establecidos de acuerdo al propósito de esta caracterización, dicho protocolo y criterios se describen posteriormente. Lo anterior, permite identificar y examinar los estudios más acordes según los criterios definidos, luego de identificar los estudios se realiza un análisis de la literatura seleccionada, y se genera un proceso de abstracción de las características tanto explícitas como implícitas identificadas durante dicho análisis, obteniendo como resultado un amplio conjunto de aspectos que deben tenerse en cuenta al momento de definir y/o identificar un APV. Finalmente el proceso se concluye con la extracción de las características mínimas que definen un APV.

3.2.1 Definición del protocolo de Caracterización

Para poder estudiar de manera más apropiada los agentes relacionados con el presente proyecto y sujetos a la conceptualización establecida para los mismos, se define un protocolo que establezca las etapas para el proceso de caracterización que permita buscar, seleccionar y analizar atributos particulares de los APV.

El protocolo se divide en tres etapas que se describen a continuación:

1) Búsqueda de estudios

Con el fin de proporcionar una mayor objetividad y precisión en la caracterización, se procura por analizar estudios que proporcionen información sobre las características de APV para lo cual se toma como referencia el artículo de Francisco J. Pino [58], de donde se extraerán las tres primeras fases de una revisión sistemática, esperando así, encontrar los estudios más relevantes para el objeto de estudio del presente proyecto.

Las tres fases tomadas como referencia son:

- ✓ **Formulación de la pregunta de búsqueda:** en esta fase se define la pregunta que se intenta resolver con los estudios obtenidos en la búsqueda, y se identifican las palabras claves relacionadas con la pregunta definida.
- ✓ **Selección de fuentes:** en esta fase se forma una cadena de búsqueda a partir de las palabras clave, que represente de la mejor manera la pregunta de búsqueda. Se seleccionan las fuentes donde se realizará la búsqueda y se definen los criterios de búsqueda necesarios.
- ✓ **Elección de estudios:** de los resultados arrojados por las fuentes seleccionadas, se eligen aquellos estudios que se consideran más adecuados y den mayor valor para estudiarlos en las siguientes etapas de la caracterización.

2) Selección de estudios

En esta etapa se definen los criterios de selección que deben cumplir los estudios sobre agentes pedagógicos que serán analizados en la etapa de *elaboración de la caracterización*. Posteriormente, se realiza un análisis exhaustivo de los estudios obtenidos en la etapa de *búsqueda* para determinar cuáles son los estudios que cumplen con los criterios definidos.

3) Elaboración de la caracterización

En esta etapa se define el propósito de la caracterización y se analizan los estudios que resultaron de las etapas anteriores. Dicho análisis se enfoca en los aspectos de mayor relevancia, presentando los resultados obtenidos.

3.2.2 Desarrollo de la Caracterización de APV

3.2.2.1 Búsqueda de estudios

La confiabilidad de la caracterización depende en gran medida del soporte que brinda un proceso formal, razón por la cual en esta etapa se procura examinar estudios relacionados con los APV, utilizando el protocolo descrito en la sección anterior. Este proceso permitió identificar aquellos estudios que abordan las características de APV desde el enfoque de la conceptualización construida.

3.2.2.1.1 Formulación de la pregunta de búsqueda

Pregunta a resolver: ¿Cuáles son las características que identifican a un APV?

Se escogen las palabras clave que resultaron más comunes en el contenido de las unidades de análisis relacionadas con agentes y STI, y con la pregunta a resolver.

Palabras clave: *pedagogical virtual agents, pedagogical virtual intelligent agents, intelligent virtual agents, animated pedagogical agents, animated interface agents, Educational Intelligent Virtual Agent.*

3.2.2.1.2 Selección de Fuentes

Por medio del uso de los conectores lógicos AND y OR se enlazaran las palabras clave seleccionadas para crear una cadena de búsqueda, que represente de manera apropiada la pregunta de búsqueda formulada. Esta, será usada en los motores de búsqueda de las revistas indexadas con el fin de obtener resultados con mayor precisión. La cadena de búsqueda se puede visualizar en la Figura 6.

```
(characteristics OR property OR attributes) AND ("animated pedagogical agents" OR "virtual pedagogical agents" OR "intelligent virtual agents" OR "animated interface agents" OR "educational intelligent virtual agent")
```

Figura 6. Cadena de búsqueda básica

La cadena de búsqueda fue utilizada en la base de datos bibliográfica SCOPUS, la cual automáticamente referencia a las principales revistas indexadas.

3.2.2.1.3 Elección de estudios

De entrada, se obtuvieron 76 estudios a partir del proceso de búsqueda, que fueron analizados con base en el título, el resumen y las palabras clave, con el objetivo de identificar cuáles artículos son potencialmente relevantes para responder a la pregunta de búsqueda. Sin embargo, algunos de esos estudios tuvieron que ser analizados desde su contenido total para lograr incluirlos o excluirlos en la elección. Este proceso de filtrado arrojó como resultado los siguientes 22 estudios:

- An empathic avatar in a computer-aided learning program to encourage and persuade learners [59].
- A Cognitive Model for Social Role Compliant Behavior of Virtual Agents [60].

- A path planning algorithm for intelligent virtual agent [61].
- The effects of animated agents on students' achievement and attitudes [62].
- Know your users! Empirical results for tailoring an agent's nonverbal behavior to different user groups [63].
- Multimodal backchannels for embodied conversational agents [64].
- The influence of Computer-based model's race and gender on female students' attitudes and beliefs towards engineering [65].
- Predicting user psychological characteristics from interactions with empathetic virtual agents [66].
- A model of personality and emotional traits [67].
- Designing multimedia learning environments using animated pedagogical agents: Factors and issues [68].
- Designing nonverbal communication for pedagogical agents: When less is more [69].
- A personality based emotion model for intelligent virtual agents [70].
- Autonomy in virtual agents: Integrating perception and action on functionally grounded representations [71].
- The Personality-enabled Architecture for Cognition (PAC) [72].
- Impact of the agent's localization in human-computer conversational interaction [73].
- A listening agent exhibiting variable behavior [74].
- Preliminary design guidelines for pedagogical agent interface image [75].
- Modelling the sensory abilities of intelligent virtual agents [76].
- Animated pedagogical agents in multimedia educational environments: Effects of agent properties, picture features, and redundancy [77].
- A high-level architecture for believable social agents [78].
- Persona effect: Affective impact of animated pedagogical agents [48].
- Dynamically sequencing an animated pedagogical agent [79].

3.2.2.2 Selección de estudios

Los estudios que se conservaron después del proceso de elección, fueron analizados exhaustivamente con el fin de identificar cuales cumplen los criterios de selección, determinando así, si serán o no incluidos en la caracterización.

3.2.2.2.1 Criterios de selección

1) Características de agentes relacionadas con la definición de APV establecida

Relación directa con las particularidades de la definición de APV, establecida para este proyecto. No se contemplan estudios que aunque definan los agentes de una manera muy similar a la que se definió en la etapa de conceptualización, no brinden características sobre los agentes. Tampoco se consideran estudios que propongan características para tipos de agentes que se salen del contexto de la definición antes mencionada.

2) Características únicamente de los agentes

Que no se basen en las características de los usuarios y/o de los entornos. Serán considerados exclusivamente aquellos estudios que se especialicen en plantear o sugerir características que deberían poseer los agentes, y serán descartados los que se enfoquen en señalar o analizar las características de los usuarios. No se tendrán en cuenta también aquellos que se inclinen por proponer qué características deberían exhibir los entornos de aplicación.

3.2.2.2.2 Análisis de los estudios

Después de aplicar un riguroso análisis a los estudios obtenidos en la fase anterior, se logra identificar cuales cumplen con los criterios de selección definidos. La Tabla 4 exhibe qué criterio(s) cumplió cada estudio.

Tabla 4. Criterios cumplidos por cada estudio

Estudios	Criterios de Selección	
	Primer Criterio	Segundo Criterio
An empathic avatar in a computer-aided learning program to encourage and persuade learners [59]	✓	✓
A Cognitive Model for Social Role Compliant Behavior of Virtual Agents [60]	✓	✓
A path planning algorithm for intelligent virtual agent [61]	×	×
The effects of animated agents on students' achievement and attitudes [62]	✓	✓
Know your users! Empirical results for tailoring an agent's nonverbal behavior to different user groups [63]	×	×
Multimodal backchannels for embodied conversational agents [64]	×	✓
The influence of Computer-based model's race and gender on female students' attitudes and beliefs towards engineering [65]	✓	✓
Predicting user psychological characteristics from interactions with	×	×

Estudios	Criterios de Selección	
	Primer Criterio	Segundo Criterio
empathetic virtual agents [66]		
A model of personality and emotional traits [67]	✓	✓
Designing multimedia learning environments using animated pedagogical agents: Factors and issues [68]	✓	✓
Designing nonverbal communication for pedagogical agents: When less is more [69]	✓	✓
A personality based emotion model for intelligent virtual agents [70]	x	✓
Autonomy in virtual agents: Integrating perception and action on functionally grounded representations [71]	✓	✓
The Personality-enabled Architecture for Cognition (PAC) [72]	x	✓
Impact of the agent's localization in human-computer conversational interaction [73]	x	✓
A listening agent exhibiting variable behavior [74]	x	✓
Preliminary design guidelines for pedagogical agent interface image [75]	x	x
Modelling the sensory abilities of intelligent virtual agents [76]	✓	x
Animated pedagogical agents in multimedia educational environments: Effects of agent properties, picture features, and redundancy [77]	✓	✓
A high-level architecture for believable social agents [78]	✓	✓
Persona effect: Affective impact of animated pedagogical agents [48]	✓	✓
Dynamically sequencing an animated pedagogical agent [79]	✓	✓

3.2.2.2.3 Resultado de la selección

Estos son los 12 estudios que cumplieron con los criterios de selección y son tomados en cuenta como insumo para la caracterización:

- An empathic avatar in a computer-aided learning program to encourage and persuade learners [59].
- A Cognitive Model for Social Role Compliant Behavior of Virtual Agents [60].
- The effects of animated agents on students' achievement and attitudes [62].
- The influence of Computer-based model's race and gender on female students' attitudes and beliefs towards engineering [65].
- A model of personality and emotional traits [67].
- Designing multimedia learning environments using animated pedagogical agents: Factors and issues [68].

- Designing nonverbal communication for pedagogical agents: When less is more [69].
- Autonomy in virtual agents: Integrating perception and action on functionally grounded representations [71].
- Animated pedagogical agents in multimedia educational environments: Effects of agent properties, picture features, and redundancy [77].
- A high-level architecture for believable social agents [78].
- Persona effect: Affective impact of animated pedagogical agents [48].
- Dynamically sequencing an animated pedagogical agent [79].

Además, para complementar y apoyar el proceso de búsqueda sistemática, se consideraron estudios pertenecientes a la literatura gris¹¹, los cuales se examinaron para determinar aquellos que podían ser de utilidad para el propósito de la caracterización. Finalmente se decidió incluir 11 estudios de ese tipo, los cuales se ven a continuación:

- Cal: um Agente Pedagógico Animado para Apoio em um Objeto de Aprendizagem para o Ensino de Matemática [80].
- Agentes pedagógicos animados: estudo do seu impacto em ambientes interactivos de aprendizagem [81].
- Como Projetar Agentes Pedagógicos Animados um Estudo de Caso com o Agente Dóris [82].
- Uma Arquitetura Independente de Domínio e Plataforma para Apresentação de Comportamentos Afetivos dos Agentes Pedagógicos Animados [83].
- The design of motivational agents and avatars [84].
- VPA-Beyond the Constraints of the Computational Approach [85].
- Contextually relevant pedagogical agents: Visual appearance, stereotypes, and first impressions and their impact on learning [50].
- Diseño de agentes pedagógicos a partir de los estilos de aprendizaje; una perspectiva a través del color [51].
- Advanced Neuro-Fuzzy Engineering for Building Intelligent Adaptive Information Systems [86].
- Is it an Agent, or just a Program?: A Taxonomy for Autonomous Agents [57].
- Design of animated pedagogical agents—A look at their look [87].

¹¹ **Literatura gris:** cualquier material académico encontrado por fuera del proceso de búsqueda sistemática.

3.2.2.3 Elaboración de la caracterización

Los estudios de la búsqueda sistemática y de la literatura gris que cumplieron con los criterios de selección y que fueron seleccionados en el apartado anterior, se analizaron en detalle con el fin de identificar y extraer las características relacionadas con agentes planteadas por cada uno de dichos trabajos. Todas las características extraídas como resultado del proceso anterior fueron sometidas a un análisis comparativo para identificar similitudes entre ellas y lograr emparejarlas, además se pudieron establecer coincidencias de la mayoría de características a través de los diversos estudios. Como resultado final se obtuvo una lista de 23 características con su respectiva descripción. Ver en mayor detalle en el Anexo B.

En la Tabla 5 se observa el listado de características resultante de la revisión de la literatura.

Tabla 5. Listado de características de APV resultante de la revisión de la literatura. Creación propia.

Característica	Descripción
Adaptabilidad	La capacidad que deben tener los agentes de reorientar sus planes de acción y/o comportamiento en tiempo real de acuerdo a sus propias experiencias y a las percepciones que obtienen tanto del entorno (que puede ser el mundo físico, una colección de otros agentes, el Internet, o quizás todos estos combinados) como de los mismos aprendices.
Animación	El agente se debe representar a través de imágenes no estáticas y acciones visuales.
Apariencia	El agente debe estar visiblemente presente, representado mediante un personaje o una figura humana (con la apariencia física, edad, peso y sexo). De acuerdo al entorno en el que se va a desempeñar, se deben personalizar las cualidades antropomórficas, por ejemplo, el género, el pelo, el maquillaje, la ropa, los estereotipos y demás aspectos visuales. Las personalizaciones deben ser apropiadas culturalmente y ser acordes con cada estilo de aprendizaje.
Autonomía	Los agentes deben operar sin la intervención directa de los seres humanos, otros programas, o agentes, y tener cierto grado de control sobre sus acciones y sobre sí mismos.
Capacidades cognitivas críticas	El agente debe poseer capacidades como la percepción, el razonamiento, la toma de decisiones, el aprendizaje, la planificación, etc.

Característica	Descripción
Coherencia	El agente debe ser una criatura singular, impulsada por una identidad, la cual deberá ser conservada durante su ejecución. Por otro lado, el agente debe ser coherente en todos sus aspectos, como la conversación, los gestos, las expresiones faciales y el lenguaje corporal, coordinados con el enfoque de la situación en la que se encuentra.
Coherencia Pedagógica	La secuenciación, la selección de contenidos, y las transiciones temáticas de los comportamientos explicativos deben mostrar coherencia pedagógica. Por ejemplo mostrar el contenido que está de acuerdo con el nivel curricular y el grado del estudiante.
Comunicación no verbal	Todo tipo de señales no verbales o señales visuales tales como: expresiones faciales, gestos deícticos ¹² , movimientos del cuerpo y cabeza, que permitan transmitir mensajes o emociones sin necesidad del uso de palabras. Para poder llevar a cabo la comunicación se deben tener en cuenta las codificaciones ¹³ que maneja cada cultura.
Comunicación verbal	El agente debe hacer uso de las palabras para la interacción entre los seres humanos, utilizando frases y conceptos familiares para el aprendiz. El lenguaje propiamente dicho, puede realizarse de dos formas: <i>oral</i> , a través de signos orales y palabras habladas o <i>escrita</i> , por medio de la representación gráfica de signos. Según Nass y Reeves, la presencia de la voz trae beneficios en términos de motivación, ya que indica una presencia social.
Contextualidad	Los agentes deben dar explicaciones en contextos de resolución de problemas de forma apropiada.
Continuidad	La coherencia pedagógica debe mostrar un hilo continuo dentro de las actividades y declaraciones presentes en el proceso de enseñanza/aprendizaje.
Empatía	El agente pedagógico debe dar la impresión de sentir, percibir y responder a la emoción, además de mantener un relación de confianza con el aprendiz, generada a partir de representar a través de la cortesía, un interés en el progreso del aprendiz, a través de interfaces emotivas que provoquen específicamente

¹² **Gestos deícticos:** según el psicólogo Jean Piaget, estos gestos son aquellos que se presentan a manera de acciones o conductas como apuntar, mostrar, ofrecer para dirigir la atención de las personas hacia un objeto por el cual se pretende generar interés.

¹³ **Codificación:** Consiste en que el emisor convierte el mensaje en signos que puedan ser recibidos y entendidos por el receptor. www.retoricas.com/2009/05/codificacion-y-decodificacion-en-el.html

Característica	Descripción
	<p>tipos de respuestas emocionales en los usuarios, motivándolos a aprender, jugar, a ser creativo, y sociales.</p> <p>Debe tener un modelo emocional que influye en el comportamiento del aprendiz. Este modelo debe ser dinámico, que afecta a lo que se dice, cómo se dice y las reacciones del agente teniendo en cuenta las acciones de los aprendices en la interacción con el entorno educativo.</p>
Estimular al aprendiz	<p>Un agente debe tener suficiente información y ejemplos memorables que le permitan generar estímulos y retroalimentación preguntando al aprendiz, interpretando y actuando sobre sus respuestas para mantenerlo interesado. Además es conveniente que el agente de la impresión de ser conversacional, el agente pedagógico animado debería comprometer a los usuarios u otros agentes animados en conversaciones.</p>
Identidad cultural	<p>El agente debe poseer particularidades enfocadas hacia la cultura del entorno social o grupo donde se va a desempeñar, teniendo en cuenta todos los componentes que la identifiquen.</p>
Instrucción personalizada	<p>Se requiere instrucción diferente para los diversos resultados de aprendizaje. Proporcionar explicaciones y consejos de formas alternativas, teniendo en cuenta el nivel de conocimiento y los estilos de aprendizaje de los usuarios, para lo cual se deben definir claramente las reglas que guían la interacción con usuario durante el proceso de aprendizaje.</p> <p>Los diseñadores educacionales deben considerar el dominio del conocimiento que quieren representar y transmitir, y luego decidir qué tipo de efecto de animación se alineará de manera efectiva con la naturaleza del mensaje.</p>
Inteligencia	<p>Los agentes deben aprender rápidamente de grandes cantidades de datos y tener capacidad de razonamiento para interpretar percepciones, resolver problemas, hacer inferencias y determinar acciones para optimizar el aprendizaje del aprendiz. Asimismo, deben adoptar medidas para afectar las condiciones en el entorno, observando donde se encuentra situado el estudiante en su proceso de aprendizaje a través de la percepción de las condiciones dinámicas del entorno, aprendiendo y mejorando durante esa interacción. Además ser capaces de analizar condiciones en términos de comportamiento, el error y el éxito, y aprender nuevos problemas e incrementar formas de solución.</p>

Característica	Descripción
Multi-comportamiento	Los agentes deben presentar una variedad de tipos de comportamiento que reflejen flexibilidad en entornos dinámicos (o sea que las acciones no están codificadas), teniendo en cuenta que los aprendices tienen gustos y comportamientos particulares.
Personalidad	La personalidad del agente debe ser acorde a la personalidad de los maestros y realizada a través de la voz, los gestos, la expresión facial y la comunicación verbal. Además se deben reflejar rasgos de personalidad acordes con cada estilo de aprendizaje.
Proactividad	Los agentes no deben actuar simplemente en función de su entorno, también deben ser capaces de mostrar un comportamiento dirigido a un objetivo al tomar la iniciativa e interactuar con otros agentes y usuarios en virtud de eventos y circunstancias inesperadas.
Reactividad	Los agentes perciben su entorno, y responden de manera oportuna a los cambios que se producen en él.
Retroalimentación	La relación de retroalimentación entre el agente y el aprendiz deber ser bidireccional, por un lado permitiendo al agente adaptar en todos los campos la interacción con el usuario, y por otro lado brindándole al aprendiz la información necesaria para enriquecer su experiencia pragmática y hedónica.
Roles	El agente debe brindar la posibilidad de personificar distintos papeles (comportamiento, personalidad, género, etc.) que reproduce según el entorno o la cultura con quien o quienes interacciona.
Señales sociales	La presencia social puede mejorarse mediante las señales sociales como la capacidad de comunicarse socialmente con otros agentes o personas, el movimiento físico de los ojos, cara, manos y cuerpo, entre otras. Para actuar de acuerdo con el entorno social, el trabajo para el agente no es sólo acerca de qué hacer, sino cómo hacerlo. La arquitectura del agente debe permitir que sus acciones se orienten a los valores sociales, y no sólo al cumplimiento de metas específicas, por lo tanto el agente debe tener conocimientos específicos sobre su entorno social. Lo anterior permite amplificar la influencia motivacional y social pues promueve en los aprendices decantarse por aceptar las actitudes deseables.

De acuerdo a la información encontrada en los estudios recopilados en el desarrollo de la presente investigación, se identifican una serie de características básicas que conforman un *agente autónomo*. Al contrastar estas características con las obtenidas en la identificación de características de un APV, se encuentran coincidencias importantes que refuerzan los resultados de la investigación. Por este motivo se consideran también las características del *agente autónomo* como parte del conjunto básico (según el proceso de conceptualización desarrollado para este proyecto). En la Tabla 6 se listan las características y el número de estudios en los que fueron consideradas.

Tabla 6. Listado de características esenciales de un agente. Creación Propia

Nº	Característica	Número de estudios
1	Adaptabilidad	3
2	Autonomía	2
3	Continuidad	2
4	Inteligencia	2
5	Multi-comportamiento	7
6	Personalidad	10
7	Proactividad	1
8	Reactividad	1
9	Señales sociales	6

Con el fin de completar el conjunto de características base de un APV, identificadas en el desarrollo de la investigación, se tomaron aquellas que son necesarias para complementar y cumplir con el concepto de agente definido para este estudio. En la Tabla 7 se listan las características según la definición propuesta y el número de estudios en los que fueron consideradas.

Tabla 7. Listado de características esenciales de un APV. Creación Propia

Nº	Característica	Número de estudios
10	Animación	2
11	Apariencia	6
12	Capacidades cognitivas críticas	1
13	Coherencia	2
14	Coherencia Pedagógica	2
15	Comunicación no verbal	9
16	Comunicación verbal	11
17	Contextualidad	1
18	Empatía	6
19	Estimular al aprendiz	2
20	Identidad cultural	3
21	Instrucción personalizada	3

Nº	Característica	Número de estudios
22	Retroalimentación	3
23	Roles	4

3.2.3 Conclusiones del proceso de Caracterización

En el proceso de caracterización se pudo observar la relación entre los estudios analizados y las características identificadas en cada uno de ellos, la cual permite visualizar, entre otros aspectos, qué estudios aportaron una mayor cantidad de características, convirtiéndolos así, en los referentes de mayor relevancia para la presente investigación. Igualmente es fácil notar aquellas características en las que los distintos autores coinciden durante todo el tiempo de investigación que lleva este campo.

Cabe resaltar que también se lograron determinar potenciales características, para las cuales puede ser más apropiado considerarlas como sugerencias o recomendaciones en el uso y el diseño de APV, brindando aportes al mejoramiento de la experiencia de uso al momento de interactuar con este tipo de agentes.

- **Proporcionar información a pedido del usuario:** Proporcionar información cuando lo solicite el usuario, según el estado de la actividad, por ejemplo: una lista de todos los pasos ya realizados, el tiempo total dedicado a una actividad y el tiempo restante para llevar a cabo una actividad.
- **Estado inactivo:** Visualizar animaciones para el estado inactivo, que indiquen que el agente no se está ejecutando (para cualquier funcionalidad específica).
- **Agente visible u oculto:** Posibilidad de ocultar el agente. El sistema debe permitir al estudiante elegir entre mostrar y ocultar el personaje.

3.3 Contextualización de la Satisfacción de Uso

3.3.1 Satisfacción

La norma ISO 25010 brinda la siguiente definición para la subcaracterística satisfacción: *grado de satisfacción de las necesidades de los usuarios cuando un producto o sistema se utiliza en un contexto de uso específico*, esta definición es generalizada para cualquier sistema software, por lo tanto debe ser adaptada a cada contexto de uso, conforme a la definición que el mismo estándar plantea, ya que un

producto (software) que sea utilizable satisfactoriamente en un contexto de uso específico, puede no serlo en otro con diferentes usuarios, tareas y/o entornos [88]. Para el caso de la satisfacción, la adaptación se debe hacer sobre las *necesidades de los usuarios*. Por lo tanto, considerando el contexto en el que se está desarrollando este proyecto, es necesario establecer cuáles son las necesidades de los usuarios cuando interactúan con un APV, por lo cual se requiere hacer una contextualización de las definiciones de cada una de las subcaracterísticas hacia este escenario.

La revisión de la literatura acerca de las necesidades de los usuarios arrojó resultados significativos de varios autores, siendo unos de los más relevantes los planteados por Marc Hassenzahl, quien es considerado uno de los investigadores más influyentes en área de la UX. Hassenzahl, en sus trabajos [89], [90], sugiere *la manipulación, la estimulación, la identificación y la evocación*, como necesidades importantes en el ambiente de las tecnologías interactivas, relacionándolas a su vez con los atributos hedónicos y pragmáticos que forman parte de un producto (como se muestra en la Figura 7). Este aspecto se considera una aproximación sustancial dentro del contexto de los APV.



Figura 7. Necesidades importantes en el contexto de las tecnologías interactivas [90]

De acuerdo a las necesidades humanas identificadas por Sheldon *et al.* [91], Hassenzahl define una correspondencia entre dichas necesidades y sus hallazgos [89]. Bevan [92], por su lado, las vincula a las subcaracterísticas que forman parte de la satisfacción según la ISO 25010 [30]. De la misma forma, se establece una clara relación entre experiencia positiva y cumplimiento de necesidades en el contexto de eventos satisfactorios, que posteriormente encuentra que dichos resultados son

generalizables a experiencias positivas con la tecnología [93]. En la Tabla 8 se visualiza la relación entre los aspecto mencionados anteriormente.

Tabla 8. Relación entre las 10 necesidades humanas [91], los modelos de UX y la ISO 25010

Necesidad	Descripción	Hassenzahl [89]	Bevan [92]
Autonomía – independencia	Sentir de que eres la causa de tus propias acciones en lugar de sentir que las fuerzas externas o tensiones son la causa de tu acción.		
Competencia – efectancia	Sentimiento de que eres muy capaz y eficaz en tus acciones en lugar de sentirse incompetente o ineficaz.	Manipulación	Utilidad
Relación – pertenencia	Sentimiento de que tienes contacto íntimo regular con personas que se preocupan por usted en lugar de sentirse solo y descuidado.		Placer
Influencia – popularidad	Sentimiento de que eres querido, respetado, y tiene influencia sobre los demás en lugar de sentirse como una persona en cuyo consejo u opinión nadie está interesado.	Identificación	Placer
Placer – estimulación	Sensación de que tienes abundante diversión y placer en lugar de sentirse aburrido y con baja estimulación de la vida.	Estimulación	Placer
Significado – auto realización	Sentimiento de que estas desarrollando tus mejores potenciales y haciendo una vida significativa en lugar de sentirse estancado y que la vida no tiene mucho sentido.	Evocación	Placer
Control – seguridad	Sentirse seguro y en control de tu vida en lugar de sentirse inseguro y amenazado por sus circunstancias.		Confianza
Físico prospero – corporal	Sentir que tu cuerpo está sano y cuidado bien formado en lugar de sentirse fuera de forma e insalubre.		Confort
Autoestima – auto respeto	Sentimiento de que eres una persona digna, que es tan buena como cualquier otro en lugar de sentirse como un perdedor.		
Dinero – lujo	Sentimiento de que tienes abundante dinero para comprar más de lo que quieres en lugar de sentirse como una persona pobre que no tiene posesiones.		

La Tabla 8 ofrece una visión general de las posibles *necesidades de los usuarios* que afectan su satisfacción, así como también una relación de dichas necesidades con el modelo de UX planteado por Hassenzahl y el estándar ISO 25010, con el fin de tener una base argumentativa para la realización de la contextualización que se desarrollara más adelante para cada subcaracterística.

Teniendo claro lo anterior, hay otro aspecto importante que si puede ser abordado inmediatamente, el contexto de uso; para lo cual se detallaran consideraciones acerca de los usuarios, las tareas o actividades y el entorno.

Dado que la presente investigación estudia la satisfacción de los estudiantes frente al uso de APV, las consideraciones deberán ser enfocadas hacia ese contexto. Por ejemplo, el tipo de usuario al que va dirigido este tipo de sistemas, será aquel que normalmente haga uso de APV o tenga la necesidad de hacerlo como apoyo a su proceso de aprendizaje, es decir, estudiantes de cualquier nivel educativo que estén realizando cualquier tipo de curso virtual (taller, materia, etc.) apoyado parcial o totalmente por APV.

Otra consideración, va dirigida hacia las tareas o actividades que se pueden realizar en un entorno basado en APV. Estas tareas pueden ser cualquier actividad que influya en la experiencia de usuario de los estudiantes, permitiendo determinar su grado de satisfacción al interactuar con el APV.

Por último, el entorno en el cual se pretende que esta propuesta sea aplicable está enmarcado el proceso de enseñanza-aprendizaje a través de sistemas interactivos asistidos por APV para mejorar la interacción y aumentar la facilidad de aprendizaje.

3.3.1.1 Utilidad

De acuerdo a la definición de utilidad planteada por ISO 25010: *grado en que un usuario está satisfecho con su rendimiento percibido de objetivos pragmáticos, incluyendo los resultados del uso y las consecuencias de su uso*, es importante entender y comprender cuál es el *rendimiento percibido de los objetivos pragmáticos* de los APV, sin embargo, es importante primero determinarlos en los sistemas e-learning, pues están relacionados directamente con los entornos virtuales de aprendizaje y estos a su vez con los APV (de acuerdo a la definición planteada para el presente proyecto).

Además de lo anterior también es necesario resaltar el concepto de *utilidad percibida* enunciado por Sheldon en [94], entendiéndola como “el grado en el cual una persona espera que usando un sistema en particular su rendimiento en el trabajo debería aumentar” [94]. No obstante, aunque las personas creen que una aplicación es útil, al mismo tiempo pueden creer que es difícil de usar y que los beneficios en el rendimiento son compensados por el esfuerzo de utilizarla, lo cual se conoce como la *facilidad de uso percibida* [94]. Por lo anterior “un sistema con alta utilidad percibida, es uno en el cual el usuario cree en una relación positiva entre su uso y rendimiento logrado” [94].

En los sistemas de aprendizaje e-learning se puede decir que los beneficios de su uso, son derivados de los resultados de aprendizaje [95], es decir que el éxito de un sistema e-learning depende de que tan efectivamente puede dar soporte al proceso de enseñanza-aprendizaje [95]. Para que el sistema de aprendizaje proporcione un buen soporte de enseñanza, puede tener las siguientes características: *retroalimentación, refinamiento continuo del proceso de enseñanza, personalización, necesidades y estilos de aprendizaje, ritmo de aprendizaje, entrega de información de alta calidad* [95].

Por otra parte, según la Tabla 8 que contiene parte del estudio de Hassenzahl plantea que para buscar la comprensión de las experiencias placenteras con la tecnología se debe tener en cuenta la satisfacción de las necesidades psicológicas universales como por ejemplo: *la competencia, la relación, la popularidad, la estimulación, la seguridad y la autonomía*. Dentro de las necesidades importantes que plantea Hassenzahl, mencionadas anteriormente, manipulación es definida como:

Manipulación: La manipulación del entorno exige una funcionalidad relevante (utilidad) y formas de acceder a esta funcionalidad (usabilidad). Hassenzahl llama a este grupo atributos pragmáticos del producto. Los atributos pragmáticos típicos de los productos software son: *claro (evidente), soporte, útil y controlable* [90]. Un producto pragmático es principalmente instrumental [90]. Se utiliza para cumplir objetivos externamente dados u objetivos de conducta internamente generados. Si, por ejemplo, alguien le pide clavar un clavo en una pared para colgar un retrato, usted utiliza una herramienta. Desde una perspectiva pragmática, los únicos requisitos que debe tener la herramienta son en principio, que pueda clavar el clavo en la pared y que sepa cómo hacerlo [90].

Además la manipulación está inmersa dentro de los atributos pragmáticos de la categorización del autor y esta necesidad a su vez está relacionada con la competencia_efectancia (hace parte de las necesidades de Sheldon).

Finalmente, Bevan [92], a su vez considera que la manipulación tiene que ver con la subcaracterística definida por la ISO 25010 de la utilidad o propósito de adquisición, por lo tanto, se puede inferir que las necesidades psicológicas que son manipuladas o intervenidas por la utilidad en los sistemas interactivos son la competencia_efectancia.

Concluyendo las necesidades que deben satisfacer los APV, para lograr satisfacer la utilidad son las presentadas en la Tabla 9 que se encuentra a continuación:

Tabla 9. Necesidades de los estudiantes para la Utilidad

Necesidad	Autor
Retroalimentación	Po-An J. Hsieh, Vincent Cho. [95]
Refinamiento Continuo del proceso de enseñanza	Po-An J. Hsieh, Vincent Cho. [95]
Personalización	Po-An J. Hsieh, Vincent Cho. [95]
Necesidades y estilos de aprendizaje de los estudiantes	Po-An J. Hsieh, Vincent Cho. [95]
Ritmo de aprendizaje	Po-An J. Hsieh, Vincent Cho. [95]
Entrega de información de alta calidad	Po-An J. Hsieh, Vincent Cho. [95]
Manipulación	M. Hassenzahl. [90]
Claro	M. Hassenzahl. [90]
Soporte	M. Hassenzahl. [90]
Útil	M. Hassenzahl. [90]
Controlable	M. Hassenzahl. [90]

3.3.1.2 Confianza

De la misma manera como se hizo con la *utilidad*, la subcaracterística de la satisfacción denominada *confianza*, también debe ser contextualizada según el enfoque de este proyecto.

La *confianza* es definida según la ISO 25010 como: *Grado en el que un usuario u otro actor tiene la confianza de que un producto o sistema se comportará según lo previsto*, por lo tanto, se deben identificar cuáles son las *características previstas* de un sistema de aprendizaje.

Según el estudio de Thavamalar Govindasamy, el e-learning busca instruir a cualquier persona, en el momento adecuado y en cualquier lugar de manera que desarrolle las habilidades correspondientes a los objetivos planteados en su formación [96].

Respecto a los Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA), Erik M. van Raaij [97] considera que estos sistemas permiten mejoras en la eficiencia de la comunicación entre estudiantes y profesores, y entre los mismos estudiantes, manteniendo información relevante para el desarrollo del proceso de enseñanza como: información del programa, foros de consulta, contenido del curso, soporte al estudiante, herramientas de aprendizaje, compartir documentos, entre otros recursos de aprendizaje [97]. La instrucción y la información impartidas a través de los EVA deben ser compatibles y además facilitar experiencias de aprendizaje eficaces [98], experiencias que deben estar centradas en ofrecer un verdadero seguimiento del estudiante evitando que obtenga el conocimiento equivocado [98].

Teniendo en cuenta el apoyo a la comunicación entre los estudiantes, los EVA deben apoyar en el aprendizaje colaborativo, fomentando la formación de equipos de trabajo [98], e impulsando a los estudiantes que tienen dificultades para interactuar con sus compañeros, participen en la formación de estos equipos, ya que uno de los aportes de la interacción en línea es ayudar a que las personas menos sociables se interesen por interactuar con los demás sin problemas de intimidación entre los estudiantes, y a disminuir la presión generada por los tiempos de desarrollo de objetivos [98], llevando a los estudiantes a experimentar un “sentido de comunidad”, así como también confianza en la interacción entre los miembros de la comunidad, compartiendo objetivos y valores [99].

Los EVA basados en agentes pedagógicos además de proporcionar relaciones entre la comunidad, se enfatizan en las “relaciones sociales” entre los aprendices y el computador [100], emulando las funciones de la instrucción a través de estímulos, intercambio de tareas básicas, y la colaboración con el estudiante [100].

Para llevar a cabo los objetivos previstos en las aplicaciones e-learning y evitar que puedan seguir siendo aplicados de una forma totalmente opuesta a los principios pedagógicos, algunos estudios como [96], sugieren establecer principios para la tecnología educativa, proponiendo las siguientes:

- El desarrollo del curso
- La enseñanza y el aprendizaje
- La estructura del curso

- El apoyo al estudiante
- El apoyo del profesorado
- La evaluación y valoración

Teniendo en cuenta que el seguimiento del progreso del estudiante hace parte de los principios de la tecnología educativa, las técnicas de IA apoyan este proceso de seguimiento y proporcionan asistencia cuando es necesario, adaptándose además a las necesidades individuales de los estudiantes [98].

Por otro lado, John M Keller en su estudio sobre los principios de la motivación para el aprendizaje y el e-learning [101] establece las siguientes categorías considerándolas como aquellas que impulsan la motivación del aprendiz: *Atención, Relevancia, Confianza, y Satisfacción* [101]. Y este conjunto lo denomina el modelo de diseño motivacional ARCS.

Este modelo considera la *confianza* como la creencia que tienen los estudiantes de tener éxito dominando las tareas de aprendizaje [101]. La confianza se logra ayudando a los estudiantes a generar las condiciones que los conduzcan a obtener logros utilizando sus propias capacidades y esfuerzos en lugar de factores externos.

Para el modelo ARCS, Keller subdivide las 4 categorías en 3 subcomponentes [101]. En el caso de la confianza, se encuentra divididas de la siguiente manera:

- *Requerimientos de aprendizaje*, informar al estudiante acerca de los requisitos de aprendizaje, rendimiento y criterios de evaluación.
- *Oportunidades de éxito*, proponer retos y oportunidades relevantes para el éxito en el aprendizaje.
- *Responsabilidad personal*, enlazar el éxito a la responsabilidad personal y a las habilidades, y enfocarlo también hacia el trabajo duro y la dedicación del estudiante.

En relación con los APV, Keller considera que “estos agentes se pueden utilizar de muchas maneras para facilitar el aprendizaje y la motivación” [101], sin embargo al tratarse de sistemas basados en computador pueden causar frustración debido a la aparición de problemas técnicos molestos o al proporcionarle al estudiante información ambigua que dificulte la resolución de problemas [101]. Por lo tanto se debe disminuir la frustración brindándole al estudiante desafíos realizables y mensajes motivantes tanto cognitiva como afectivamente, este tipo de mensajes pueden ser generados por los APV [101].

Lo anterior, de manera general visualiza los atributos o características más relevantes para que los sistemas o aplicaciones de aprendizaje se *comporten según lo previsto*, teniendo en cuenta las características pedagógicas de los mismos.

Concluyendo las necesidades que deben satisfacer los APV, para lograr satisfacer la confianza son las presentadas en la Tabla 10 que se encuentra a continuación:

Tabla 10. Necesidades de los estudiantes para la Confianza

Necesidad	Autor
El desarrollo del curso	T. Govindasamy. [96]
La enseñanza y el aprendizaje	T. Govindasamy. [96]
La estructura del curso	T. Govindasamy. [96]
El apoyo al estudiante	T. Govindasamy. [96]
El apoyo del profesorado	T. Govindasamy. [96]
La evaluación y valoración	T. Govindasamy. [96]
Requerimientos de aprendizaje	J.M. Keller [101]
Oportunidades de éxito	J.M. Keller. [101]
Responsabilidad personal	J.M. Keller. [101]

3.3.1.3 Placer

De acuerdo a la ISO 25010, en la cual se define el placer como: *Grado en que un usuario obtiene placer de satisfacer sus necesidades personales*, para esta subcaracterística es posible identificar que la abstracción se encuentra situada en las *necesidades personales* que el usuario desea cumplir, por lo tanto se hace necesario extender lo que se entiende por necesidades personales en el contexto abordado en este proyecto (Interacción con APV).

A partir de la asociación descrita en la Tabla 8-donde se listan las *necesidades personales*- y al confrontarla con la clasificación propuesta en la Figura 7 -que muestra las necesidades importantes en el contexto de las tecnologías interactivas- es posible identificar y complementar un subconjunto de necesidades humanas (personales) que afectan directamente los parámetros relacionados al placer, es decir, los atributos hedónicos del producto. Las cuales se listan a continuación:

- Relación – pertenencia

- Influencia – popularidad
- Placer – estimulación
- Significado – auto realización

Cabe resaltar la importancia de las necesidades que propone Hassenzahl [90] en el contexto de las tecnologías interactivas, por lo tanto, para ayudar a contextualizar el placer, se hace necesario describir las tres que habitan dentro de los atributos hedónicos [90].

Estimulación: importante para las personas que se esfuerzan por el desarrollo personal, es decir, la proliferación de conocimientos y el desarrollo de habilidades. Para ello, los productos tienen que ser estimulantes, tienen que ofrecer nuevas impresiones, oportunidades y perspectivas, así como funcionalidades que correspondan a diferentes objetivos de comportamiento y que demanden del usuario un tiempo considerable para que pueda conocer toda la extensión del producto, logrando así mantenerlo interesado en profundizar sobre el mismo. La funcionalidad que se utiliza y funciona bien, será percibida como pragmática, en tanto la funcionalidad que no se utiliza pero que sea de interés para el usuario, será percibida como hedónica [90].

Identificación: hace referencia a la forma en que las personas se auto-expresan a partir de objetos físicos o de sus posesiones (Esta función auto-expresiva es enteramente social). Las personas quieren ser reconocidas socialmente y ejercer poder sobre otros, es un dominio básico de la motivación humana. En general, las personas pueden preferir identificarse con productos que resalten sus cualidades [90].

Evocación: los productos pueden provocar recuerdos, representar eventos pasados, relaciones o pensamientos que son importantes para el individuo. Un ejemplo relacionado con la tecnología, podría ser la tendencia hacia los videojuegos clásicos, a pesar de que no son juegos complejos ni poseen gráficos llamativos. Su valor viene de desencadenar viejos recuerdos, cuando estos juegos eran emocionantes y mantenían a sus usuarios cautivos durante horas [90].

Por otro lado, con el fin de fortalecer el concepto de placer desde el punto de vista educativo (contexto de los entornos de aprendizaje), se hace necesario referenciar nuevamente el modelo ARCS, cuyo aporte dirigido hacia el apoyo de éste, estaría asociado con el componente de *relevancia*, el cual vincula las necesidades de los aprendices, sus intereses y motivaciones a través de tres subcomponentes de la estrategia (orientación al objetivo, adaptación de motivos, familiaridad). En la

orientación al objetivo, se plantea que el “profesor” debe explicar los objetivos y propósito de la lección y los métodos específicos para finalizarla con éxito. Asimismo, para cumplir con la *adaptación de motivos*, se deben ajustar los objetivos a las necesidades y motivaciones de los estudiantes, brindando por ejemplo, flexibilidad en la manera de presentar sus proyectos, dando así posibilidad a sus diferentes necesidades y estilos de aprendizaje. Por último, la estrategia *familiaridad*, propone que los contenidos se presenten de manera comprensible y que estén relacionados con la experiencia y los valores de los aprendices [102].

Concluyendo las necesidades que deben satisfacer los APV, para lograr satisfacer la confianza son las presentadas en la Tabla 11 que se encuentra a continuación:

Tabla 11. Necesidades de los estudiantes para el Placer

Necesidad	Autor
Estimulación	M. Hassenzahl. [90]
Identificación	M. Hassenzahl. [90]
Evocación	M. Hassenzahl. [90]
Orientación al objetivo	J.M. Keller [101]
Adaptación de motivos	J.M. Keller [101]
Familiaridad	J.M. Keller [101]

3.3.1.4 Confort

Confort se define en la ISO 25010 como: *Grado en que un usuario está satisfecho con su bienestar físico*, por lo tanto la satisfacción percibida por el usuario para esta subcaracterística está ligada con el *confort (bienestar o comodidad) físico*. Continuando con la dinámica de esta contextualización, se intentará definir qué implicaciones abarca el *confort físico* a nivel de los sistemas interactivos.

Según Jordan [103], el placer físico¹⁴, está relacionado con el cuerpo, es decir, los placeres derivados de los órganos de los sentidos. Para este caso, los placeres concernientes al tacto, el gusto y el olfato, así como los sentimientos de los placeres sexuales y sensuales.

Considerando lo anterior, se establece que esta subcaracterística no se tendrá en cuenta debido a su aparentemente débil conexión con las tecnologías interactivas en general y su incapacidad para emerger como una clara necesidad dentro del contexto de interacción con APV contemplado en el presente estudio.

¹⁴ De acuerdo a los soportes teóricos en los cuales se soporta la presente investigación el *confort* será tratado como *placer físico*.

Cabe aclarar que al no considerar el confort en el desarrollo de la investigación, no se está afirmando que no podrían existir sistemas interactivos dedicados al aprendizaje que contemplen estilos de interacción distintos a los convencionales que implique el estímulo de otros sentidos como el tacto o el olfato. Evidentemente, las tendencias y tecnologías emergentes podrían proponer nuevos sistemas que estimulen otros sentidos más que el visual y auditivo, pero dichos sistemas no hacen parte del enfoque y el alcance de este proyecto.

En conclusión, debido a la naturaleza de los APV, en la presente investigación sólo se identificarán características afines a la satisfacción de usuario correspondientes a la confianza, el placer y la utilidad.

3.4 Identificación de los elementos de la UX que afectan la satisfacción

Existen una serie de conceptos involucrados en el campo de la UX, cuyos significados no se encuentran muy claros debido a que todo el mundo utiliza los que ellos prefieren. Propiedades, facetas, dimensiones, características, subcaracterísticas, categorías y atributos son algunos de los términos usados con frecuencia en la UX y el HCI, pero el problema radica en determinar cuáles son las expresiones más apropiadas según cada concepto que se quiere referir. El proyecto actual toma como base los términos establecidos en el estudio de Masip [19], de éstos se toma el denominado Faceta, para determinar todos los componentes de la UX.

A partir de las definiciones realizadas para cada una de las características obtenidas para los APV descritas en la sección 3.2.2.3, y el proceso de contextualización de la satisfacción de uso realizado en la sección 3.3, se desarrolla la identificación de los elementos de la UX que afectan a la satisfacción. A su vez se establece la relación entre los conceptos que definen cada una de las características de los APV, y las subcaracterísticas de la satisfacción, y así como también con las facetas de la UX (descritas en la Tabla 12).

Tabla 12. Facetas UX por cada característica de Calidad en uso [19]

		ISO/IEC 25010 : 2011	Facetas UX
4.1 Calidad en uso		4.1.1 Eficacia	Usabilidad, Jugabilidad, Útil
		4.1.2 Eficiencia	Usabilidad, Jugabilidad
	4.1.3 Satisfacción	4.1.3.1 Utilidad	Util

	4.1.3.2 Confianza	Emocional, Jugabilidad, Deseable
	4.1.3.3 Placer	Emocional, Jugabilidad, Deseable
	4.1.3.4 Confort	Emocional, Jugabilidad, Deseable
4.1.4 Libertad de riesgo	4.1.4.1 Mitigación del riesgo económico	Confiabilidad
	4.1.4.2 Mitigación de los riesgos de salud y seguridad	Confiabilidad
	4.1.4.3 Mitigación de riesgos ambientales	Confiabilidad
4.1.5 Cobertura del contexto	4.1.5.1 Completitud del contexto	Usabilidad
	4.1.5.2 Flexibilidad	Usabilidad y Accesibilidad

3.4.1 Relación entre las características de los APV y la satisfacción

Como se mencionó anteriormente, para establecer la relación de características de APV con las subcaracterísticas de la satisfacción, se realizó un proceso exhaustivo de comparación de conceptos, que permitiera determinar las correspondencias entre los mismo. En el Anexo D se puede encontrar la argumentación para cada una de las correspondencias mostradas a continuación en la Tabla 13.

Tabla 13. Relación entre las características de los APV y las subcaracterísticas de la satisfacción. Creación propia

Características APV	Subcaracterísticas de la Satisfacción
Adaptabilidad	Confianza Utilidad
Animación	Confianza Placer
Apariencia	Confianza Placer
Autonomía	Confianza Placer Utilidad
Capacidades cognitivas críticas	Confianza Utilidad
Coherencia	Confianza Placer Utilidad
Coherencia Pedagógica	Confianza Placer Utilidad

Características APV	Subcaracterísticas de la Satisfacción
Comunicación no verbal	Confianza Placer Utilidad
Comunicación verbal	Confianza Placer Utilidad
Contextualidad	Confianza Placer Utilidad
Continuidad	Confianza Utilidad
Empatía	Confianza Placer
Estimular al aprendiz	Confianza Placer Utilidad
Identidad cultural	Placer Utilidad
Instrucción personalizada	Utilidad
Inteligencia	Confianza Utilidad
Multi-comportamiento	Placer
Personalidad	Placer Utilidad
Proactividad	Utilidad
Reactividad	Utilidad
Retroalimentación	Confianza Placer Utilidad
Roles	Confianza Placer Utilidad
Señales sociales	Confianza Placer

3.4.2 Relación entre las características de los APV y la UX

Para lograr establecer una relación análoga a la anterior, que para este caso será entre las características de los APV y la UX, fue necesario vincular la Tabla 13 (que

muestra la relación entre las características de los APV con las subcaracterísticas de la satisfacción) con el estudio de Masip [19] (ver Tabla 12), obteniendo como resultado la Tabla 14. Esto permite observar qué parte de la experiencia de los usuarios se ve afectada por cada característica de los APV.

Tabla 14. Relación entre las características de los APV y las facetas de la UX. Creación propia

Características APV	Subcaracterísticas de la Satisfacción	Facetas UX
Adaptabilidad	Confianza	Emocional, Jugabilidad, Deseable
	Utilidad	Útil
Animación	Confianza	Emocional, Jugabilidad, Deseable
	Placer	Emocional, Jugabilidad, Deseable
Apariencia	Confianza	Emocional, Jugabilidad, Deseable
	Placer	Emocional, Jugabilidad, Deseable
Autonomía	Confianza	Emocional, Jugabilidad, Deseable
	Placer	Emocional, Jugabilidad, Deseable
	Utilidad	Útil
Capacidades cognitivas críticas	Confianza	Emocional, Jugabilidad, Deseable
	Utilidad	Útil
Coherencia	Confianza	Emocional, Jugabilidad, Deseable
	Placer	Emocional, Jugabilidad, Deseable
	Utilidad	Útil
Coherencia Pedagógica	Confianza	Emocional, Jugabilidad, Deseable
	Placer	Emocional, Jugabilidad, Deseable
	Utilidad	Útil
Comunicación no verbal	Confianza	Emocional, Jugabilidad, Deseable
	Placer	Emocional, Jugabilidad, Deseable
	Utilidad	Útil
Comunicación verbal	Confianza	Emocional, Jugabilidad, Deseable
	Placer	Emocional, Jugabilidad, Deseable
	Utilidad	Útil
Contextualidad	Confianza	Emocional, Jugabilidad, Deseable
	Placer	Emocional, Jugabilidad, Deseable
	Utilidad	Útil
Continuidad	Confianza	Emocional, Jugabilidad, Deseable
	Utilidad	Útil
Empatía	Confianza	Emocional, Jugabilidad, Deseable
	Placer	Emocional, Jugabilidad, Deseable
Estimular al aprendiz	Confianza	Emocional, Jugabilidad, Deseable
	Placer	Emocional, Jugabilidad, Deseable

Características APV	Subcaracterísticas de la Satisfacción	Facetas UX
	Utilidad	Útil
Identidad cultural	Placer	Emocional, Jugabilidad, Deseable
	Utilidad	Útil
Instrucción personalizada	Utilidad	Útil
Inteligencia	Confianza	Emocional, Jugabilidad, Deseable
	Utilidad	Útil
Multi-comportamiento	Placer	Emocional, Jugabilidad, Deseable
Personalidad	Placer	Emocional, Jugabilidad, Deseable
	Utilidad	Útil
Proactividad	Utilidad	Útil
Reactividad	Utilidad	Útil
Retroalimentación	Confianza	Emocional, Jugabilidad, Deseable
	Placer	Emocional, Jugabilidad, Deseable
	Utilidad	Útil
Roles	Confianza	Emocional, Jugabilidad, Deseable
	Placer	Emocional, Jugabilidad, Deseable
	Utilidad	Útil
Señales sociales	Confianza	Emocional, Jugabilidad, Deseable
	Placer	Emocional, Jugabilidad, Deseable

3.5 Identificación de los elementos del DCA que afectan la satisfacción

Todo sistema que este pensado para desempeñarse en un ambiente de enseñanza-aprendizaje debería considerar la filosofía DCA, ya que ésta, a diferencia del DCU, se especializa hacia un tipo de usuario en particular; el aprendiz. Por lo tanto, para poder identificar los principales aspectos que definen esta filosofía fue necesario basarse en el esquema general de la metodología para el manejo de la información llamada GAVILAN [104] (ver Figura 8).

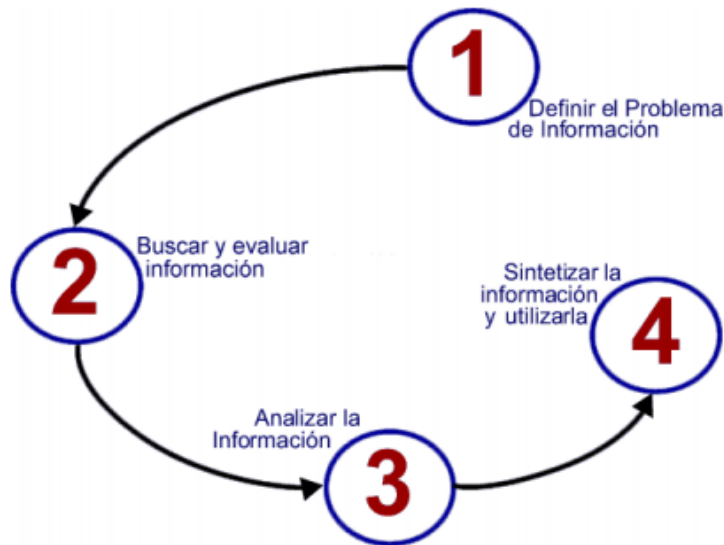


Figura 8. Modelo GAVILAN. Tomado de [104].

Para efectos de esta investigación, los pasos contemplados por el modelo serán redefinidos de la siguiente manera:

- **Definir el problema de información:** en este paso se plantea la pregunta de investigación y las actividades que se desarrollarán para darle solución.
- **Buscar y evaluar información:** en este paso se identifican, recopilan y examinan las unidades de análisis correspondientes con la información relevante acerca del DCA.
- **Analizar la información:** en este paso se lee, entiende, compara y evalúa la información encontrada, para a la postre elegir adecuadamente los estudios que propusieran de manera explícita heurísticas, principios o directrices del DCA.
- **Sintetizar la información y utilizarla:** en este paso se comparan las descripciones encontradas para cada uno de los aspectos del DCA identificados en relación con los APV (entre los que se encuentran heurísticas, principios y directrices (ver Tabla 15)) con las definiciones de las subcaracterísticas obtenidas del proceso de contextualización de la satisfacción de uso realizado en la sección 3.3.

El desarrollo de los pasos descritos anteriormente representa el resultado del proceso de identificación de los aspectos del DCA que afectan a la satisfacción de uso al interactuar con agentes (ver Tabla 16).

3.5.1 Definición del problema de información

Pregunta de Investigación

¿Cuáles son los aspectos del DCA que afectan la satisfacción de uso durante la interacción con APV?

Actividades

El proceso para dar respuesta a la pregunta de investigación esta soportado en los productos obtenidos en las actividades realizadas previamente en las secciones 3.1, 3.2 y 3.3 correspondientemente (ver Figura 9).

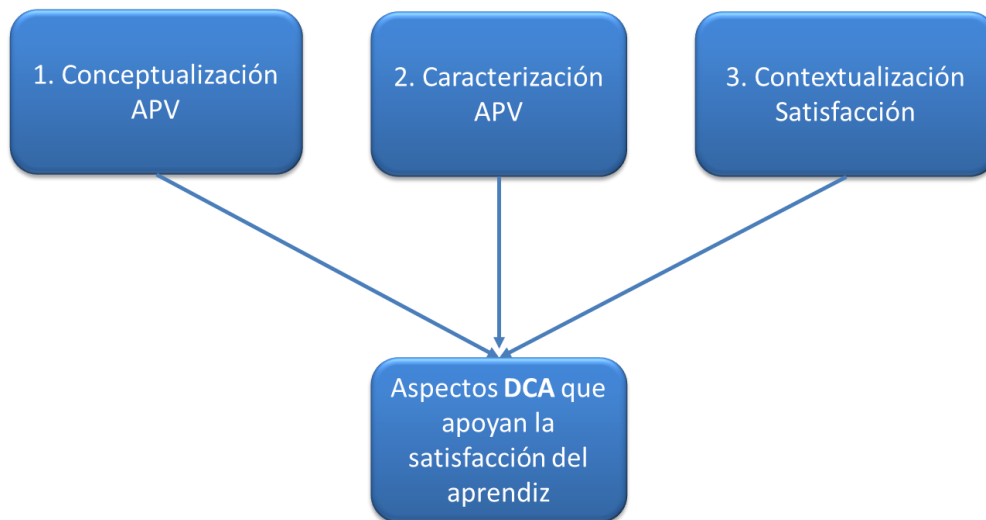


Figura 9. Plan de investigación. Creación propia

3.5.2 Búsqueda y evaluación de la información

Se realizó un proceso de búsqueda en diferentes fuentes de información como SCOPUS y Science Direct, además se tuvo en cuenta literatura gris relacionada. Ese proceso arrojó los siguientes resultados:

- Consideraciones para el diseño didáctico de ambientes virtuales de aprendizaje: una propuesta basada en las funciones cognitivas del aprendizaje [105].
- Adding intelligence to learning environment: learner-centred design? [106].
- Predicting quality in educational software: Evaluating for learning, usability and the synergy between them [107].
- Design Guidelines for Learner-Centered Handheld Tools [108].
- Marco conceptual de calidad de interfaz para educación virtual [109].

- Designing Affective-Oriented e-Learning Course: An Empirical Study Exploring Quantitative Relations between Usability Attributes and Motivation to Learn [110].
- Learner-Centered Design: Developing Software that Scaffolds Learning [111].
- Learning Theory in Practice: Case Studies of Learner-Centered Design [112].
- A Goal-Based Scenario for High School Students [113].
- A Learner-Centered Framework for E-Learning [114].
- Implementing learner-centred design: The interplay between usability and instructional design practices [115].
- Interface Design for learning [116].

3.5.3 Análisis de la información

Después de analizar cada uno de los estudios encontrados durante la búsqueda, se filtraron aquellos que como se había mencionado anteriormente, no cumplen con el criterio de proponer explícitamente heurísticas, principios o directrices relacionadas con el DCA. Los estudios que fueron seleccionados son:

- Predicting quality in educational software: Evaluating for learning, usability and the synergy between them [107].
- A Learner-Centered Framework for E-Learning [114].
- Implementing learner-centred design: The interplay between usability and instructional design practices [115].
- Interface Design for learning [116].

3.5.4 Síntesis y utilización de la información

De los cuatro estudios seleccionados, la información que se consideró relevante para la investigación y que podrían corresponder directamente a aspectos del DCA se presenta en las secciones a continuación:

Tabla 15. Aspectos del Diseño Centrado en el Aprendiz. Creación Propia.

Directrices de diseño centrado en el aprendiz [115]	
Directriz	
1	Resaltar aspectos de la interfaz para evitar el efecto de atención dividida
2	Los aprendices deben controlar su propio ritmo de aprendizaje
3	Permitir a los aprendices descubrir las cosas por sí mismos
4	Los objetivos de aprendizaje son presentados claramente
5	Se debe proporcionar retroalimentación informativa
6	El contenido de aprendizaje debe ser secuenciado adecuadamente
7	El aprendizaje debe mejorar la retención y la transferencia
8	Se deben proporcionar la orientación y el apoyo de los aprendices
9	Aumento de la atención del aprendiz

- 10 La organización jerárquica del curso
- 11 El uso de medios visuales para mejorar el aprendizaje
- 12 El aprendizaje debe fomentar el uso de los conocimientos transferidos
- 13 Se debe facilitar el aprendizaje social
- 14 Proporcionar diversos recursos

Principios psicológicos centrados en el aprendiz [114]

Principio	Descripción
15 Principio 1: La naturaleza del proceso de aprendizaje	El aprendizaje de la materia compleja es más eficaz cuando se trata de un intencionado proceso de construcción de significado a partir de la información y la experiencia.
16 Principio 2: Las metas del proceso de aprendizaje	El estudiante exitoso, con el tiempo y el apoyo y guía de instrucción, puede crear representaciones significativas y coherentes de conocimiento.
17 Principio 3: Construcción de conocimiento	El estudiante exitoso puede vincular la nueva información con el conocimiento existente de manera significativa.
18 Principio 4: El pensamiento estratégico	El estudiante exitoso puede crear y utilizar un repertorio de pensamiento y razonamiento estrategias para alcanzar metas de aprendizaje complejos.
19 Principio 5: Pensar sobre el pensamiento	Estrategias de orden superior para la selección y el seguimiento de las operaciones mentales facilitan el pensamiento creativo y crítico.
20 Principio 6: Contexto de aprendizaje	El aprendizaje está influenciado por factores ambientales, como la cultura, la tecnología y las prácticas de enseñanza.
21 Principio 7: influencias motivacionales y emocionales en el aprendizaje	Qué y cuánto se aprende es influenciado por la motivación del aprendiz. La motivación a aprender, a su vez, se ve influida por los estados emocionales del individuo, las creencias, intereses y metas, y los hábitos de pensamiento.
22 Principio 8: La motivación intrínseca para aprender	La creatividad del aprendiz, el pensamiento de orden superior, y la curiosidad natural, todo ello contribuye a la motivación para aprender. La motivación intrínseca es estimulada por tareas de novedad óptima y dificultad, relevante para los intereses personales, y modo de elección personal y control.
23 Principio 9: Efectos de la motivación sobre el esfuerzo	La adquisición de conocimientos y habilidades complejas requiere un esfuerzo de aprendizaje extendido y práctica guiada. Sin motivación de los estudiantes para aprender, la voluntad de ejercer este esfuerzo es poco probable sin coacción.
24 Principio 10: las influencias del desarrollo en el aprendizaje	Conforme se desarrollan las personas, se encuentran con diferentes posibilidades y experimentan diferentes limitaciones en el aprendizaje. El aprendizaje es más eficaz cuando se toma el desarrollo diferencial dentro y a través de los dominios físicos, intelectuales, emocionales y sociales en cuenta.
25 Principio 11: Las influencias sociales sobre el aprendizaje	El aprendizaje está influenciado por las interacciones sociales, las relaciones interpersonales y la comunicación con los demás.

26	Principio 12: Las diferencias individuales en el aprendizaje	Los aprendices tienen diferentes estrategias, enfoques y capacidades para el aprendizaje que son una función de la experiencia previa y la herencia.
27	Principio 13: El aprendizaje y la diversidad	El aprendizaje es más eficaz cuando se toman en cuenta las diferencias lingüísticas, culturales y los antecedentes sociales de los aprendices.
28	Principio 14: Normas y evaluación	El establecimiento de estándares apropiadamente altos y desafiantes y evaluar el aprendizaje y progreso en el aprendizaje-incluyendo diagnóstico, proceso y resultado de la evaluación-son parte integral del proceso de aprendizaje.

Heurísticas para el diseño de interfaces para el aprendizaje [116]

	Heurística	Descripción
29	Relación entre el Modelo del diseñador y el aprendiz	Una representación apropiada será dada por la retroalimentación del aprendiz sobre el modelo del diseñador, para realizar un modelo más acorde con las necesidades del aprendiz.
30	Fidelidad de navegación	Un requisito para la fidelidad de navegación es evidente cuando la estructura de navegación, la autenticidad estética, la representación limitada del mundo y la complejidad superficial se consideran.
31	Niveles apropiados para que el aprendiz controle su aprendizaje	La necesidad de considerar el control del aprendizaje, parte de la teoría socio constructivista, donde se enfatiza en que el aprendiz debe tener un sentido de pertenencia de su aprendizaje, por lo tanto debe tener el máximo control de su aprendizaje mientras sigue trabajando en un sistema de apoyo.
32	Prevención de errores cognitivos periféricos	Evitar errores de usabilidad, los errores que se presenten deben ser al máximo errores con el aprendizaje, no con el uso de la herramienta. Siempre que sea posible utilizar versiones para novatos.
33	Enfoques de apoyo personificado y significativo para el aprendizaje	Se desprende de una consideración de múltiples representaciones; materiales de apoyo y la metacognición de los aprendices. Debe quedar claro que en el aprendizaje se soportan diferentes estilos y que los aspectos de diseño de una aplicación se refieren a las características de estilos de aprendizaje.
34	Estrategias para el ciclo de reconocimiento de errores cognitivos, diagnóstico y recuperación	Estrategias establecidas para promover el ciclo de reconocimiento, diagnóstico y recuperación de errores de aprendizaje deben ser utilizados.
35	Coincidir con el plan de estudios	Relevancia evidente con el currículo de estudios, y una apropiada personalización del profesor.
36	Representación simbólica comprensible y significativa	La interfaz debe colocar una baja demanda cognitiva en el aprendiz y la funcionalidad del sistema debe ser obvia.

Heurísticas de Software para el aprendizaje [107]

Heurística	Descripción
37 Relevancia de medios y disminución de carga externa	Deben ser evitados decoración e imágenes adicionales u otros elementos visuales que no soportan directamente los objetivos de aprendizaje.
38 Control del Aprendiz y libertad	El nivel de control del aprendiz ofrecida por la navegación, el diseño de interacción y la estructura debe ser adecuada con los características del aprendiz y el enfoque pedagógico.
39 Soporte a los objetivos de aprendizaje	Los gráficos de la interfaz, los gráficos del contenido y el diseño de interacción deben ser apoyo a los objetivos de aprendizaje definidos por los diseñadores educativos o profesores.
40 Alineación con las necesidades específicas el aprendiz	El diseño debería ser influenciado por las características específicas del aprendiz, como el conocimiento previo, la cultura, la alfabetización, la alfabetización informática, la alfabetización visual, la edad, la cultura profesional o de subgrupos y cualesquiera otros aspectos que pueden afectar las decisiones de diseño.
41 Adecuación de la apariencia	La apariencia debería reflejar una imagen apropiada para el aprendiz, el mensaje, y contenido de aprendizaje.
42 Apoyo a los aspectos cognitivos del aprendizaje	El diseño debe apoyar los aspectos cognitivos del aprendizaje, los obstáculos en los aspectos cognitivos debe tratarse como errores en diseño de la interfaz de aprendizaje.
43 Apoyo a los aspectos afectivos del aprendizaje	El diseño debe apoyar los aspectos afectivos relevantes para el aprendizaje.
44 Medios y Herramientas de adecuación	Uso de medios, dispositivos y herramientas que sean apropiadas para el tipo de aprendizaje.
45 Accesibilidad	Debe ser accesible para todos los aprendices, sin importar discapacidad, o experiencia con la tecnología.
46 Usabilidad	Conforme a las directrices de la usabilidad y buenas prácticas.
47 Comentarios y capacidad de respuesta	El diseño debe ser capaz de ofrecer retroalimentación tanto intrínseca, como extrínseca, esta debe ser colocada cerca del punto en cuestión, dejando un espacio para las ricas respuestas instruccionales.

3.5.4.1 Relación entre los aspectos del DCA y la satisfacción

Como se mencionó anteriormente, para establecer la relación de los aspectos del DCA con las subcaracterísticas de la satisfacción, se realizó un proceso exhaustivo de comparación de conceptos que permita determinar las correspondencias entre los mismos. En el Anexo E se puede encontrar la argumentación para cada una de las correspondencias mostradas a continuación en la Tabla 16.

Tabla 16. Relación entre los aspectos del DCA y las subcaracterísticas de Satisfacción. Creación Propia

Aspectos DCA	Subcaracterísticas de la Satisfacción
1 Resaltar aspectos de la interfaz para evitar el efecto de atención dividida	Confianza Utilidad
2 Los aprendices deben controlar su propio ritmo de aprendizaje	Confianza Placer
3 Permitir a los aprendices descubrir las cosas por sí mismos	Placer
4 Los objetivos de aprendizaje son presentados claramente	Confianza Utilidad
5 Se debe proporcionar retroalimentación informativa	Utilidad
6 El contenido de aprendizaje debe ser secuenciado adecuadamente	Utilidad
7 El aprendizaje debe mejorar la retención y la transferencia	N/A
8 Se deben proporcionar la orientación y el apoyo de los aprendices	Confianza Utilidad
9 Aumento de la atención del aprendiz	Confianza
10 La organización jerárquica del curso	Confianza Utilidad
11 El uso de medios visuales para mejorar el aprendizaje	Confianza Placer Utilidad
12 El aprendizaje debe fomentar el uso de los conocimientos transferidos	Confianza Utilidad
13 Se debe facilitar el aprendizaje social	Confianza
14 Proporcionar diversos recursos	Confianza Utilidad
15 La naturaleza del proceso de aprendizaje	Confianza
16 Las metas del proceso de aprendizaje	Confianza Utilidad
17 Construcción de conocimiento	Confianza Placer
18 El pensamiento estratégico	Confianza Placer
19 Pensar sobre el pensamiento	Confianza Placer Utilidad
20 Contexto de aprendizaje	Placer Utilidad

Aspectos DCA	Subcaracterísticas de la Satisfacción
21 Influencias motivacionales y emocionales en el aprendizaje	Confianza Placer Utilidad
22 La motivación intrínseca para aprender	Confianza Placer Utilidad
23 Efectos de la motivación sobre el esfuerzo	Confianza Placer Utilidad
24 las influencias del desarrollo en el aprendizaje	Confianza Placer Utilidad
25 Las influencias sociales sobre el aprendizaje	Confianza
26 Las diferencias individuales en el aprendizaje	Confianza Placer Utilidad
27 El aprendizaje y la diversidad	Placer Utilidad
28 Normas y evaluación	Confianza Utilidad
29 Relación entre el Modelo del diseñador y el aprendiz	Confianza Placer Utilidad
30 Fidelidad de navegación	Confianza Placer Utilidad
31 Niveles apropiados para que el aprendiz controle su aprendizaje	Confianza Placer Utilidad
32 Prevención de errores cognitivos periféricos	Confianza Placer Utilidad
33 Enfoques de apoyo personalizado y significativo para el aprendizaje	Confianza Placer Utilidad
34 Estrategias para el ciclo de reconocimiento de errores cognitivos, diagnóstico y recuperación	Confianza Placer Utilidad

Aspectos DCA	Subcaracterísticas de la Satisfacción
35 Coincidir con el plan de estudios	Confianza Utilidad
36 Representación simbólica comprensible y significativa	Utilidad
37 Relevancia de medios y disminución de carga externa	Utilidad
38 Control del Aprendiz y libertad	Confianza Placer Utilidad
39 Soporte a los objetivos de aprendizaje	Utilidad
40 Alineación con las necesidades específicas el aprendiz	Confianza Placer Utilidad
41 Adecuación de la apariencia	Confianza Placer Utilidad
42 Apoyo a los aspectos cognitivos del aprendizaje	Confianza Utilidad
43 Apoyo a los aspectos afectivos del aprendizaje	Confianza Placer Utilidad
44 Medios y Herramientas de adecuación	Utilidad
45 Accesibilidad	Confianza Placer Utilidad
46 Usabilidad	Confianza Placer Utilidad
47 Comentarios y capacidad de respuesta	Confianza Placer Utilidad

3.5.4.2 Relación entre los aspectos del DCA y las características de los APV

A continuación la Tabla 17 refleja las posibles relaciones o similitudes que se pudieron encontrar entre las descripciones de los aspectos del DCA y las definiciones de las características de los APV, lo cual se logró a través del mismo proceso de comparación antes mencionado.

**Tabla 17. Relación entre los aspectos del DCA y las características de los APV.
Creación Propia**

	Aspectos DCA	Características APV
1	Resaltar aspectos de la interfaz para evitar el efecto de atención dividida	Animación
2	Los aprendices deben controlar su propio ritmo de aprendizaje	Instrucción personalizada
3	Permitir a los aprendices descubrir las cosas por sí mismos	Estimular al aprendiz
4	Los objetivos de aprendizaje son presentados claramente	N/A
5	Se debe proporcionar retroalimentación informativa	Retroalimentación
6	El contenido de aprendizaje debe ser secuenciado adecuadamente	Coherencia Pedagógica
7	El aprendizaje debe mejorar la retención y la transferencia	N/A
8	Se deben proporcionar la orientación y el apoyo de los aprendices	Instrucción personalizada
9	Aumento de la atención del aprendiz	Inteligencia
10	La organización jerárquica del curso	Comunicación no verbal
11	El uso de medios visuales para mejorar el aprendizaje	Coherencia Pedagógica
12	El aprendizaje debe fomentar el uso de los conocimientos transferidos	Comunicación no verbal
13	Se debe facilitar el aprendizaje social	Animación
14	Proporcionar diversos recursos	Apariencia
15	La naturaleza del proceso de aprendizaje	N/A
16	Las metas del proceso de aprendizaje	Señales sociales
17	Construcción de conocimiento	Instrucción personalizada
18	El pensamiento estratégico	Capacidades cognitivas críticas
19	Pensar sobre el pensamiento	Inteligencia
20	Contexto de aprendizaje	Coherencia Pedagógica
21	Influencias motivacionales y emocionales en el aprendizaje	Capacidades cognitivas críticas
		Contextualidad
		Instrucción personalizada
		Identidad cultural
		Estimular al aprendiz
		Señales sociales

Aspectos DCA		Características APV
22	La motivación intrínseca para aprender	Estimular al aprendiz Instrucción personalizada
23	Efectos de la motivación sobre el esfuerzo	Estimular al aprendiz
24	las influencias del desarrollo en el aprendizaje	Instrucción personalizada Coherencia Pedagógica
25	Las influencias sociales sobre el aprendizaje	Señales sociales
26	Las diferencias individuales en el aprendizaje	Instrucción personalizada
27	El aprendizaje y la diversidad	Instrucción personalizada
28	Normas y evaluación	Instrucción personalizada Coherencia Pedagógica
29	Relación entre el Modelo del diseñador y el aprendiz	N/A
30	Fidelidad de navegación	N/A
31	Niveles apropiados para que el aprendiz controle su aprendizaje	Instrucción personalizada
32	Prevención de errores cognitivos periféricos	N/A
33	Enfoques de apoyo personificado y significativo para el aprendizaje	Instrucción personalizada
34	Estrategias para el ciclo de reconocimiento de errores cognitivos, diagnóstico y recuperación	Capacidades cognitivas críticas Instrucción personalizada
35	Coincidir con el plan de estudios	Instrucción personalizada Coherencia Pedagógica
36	Representación simbólica comprensible y significativa	N/A
37	Relevancia de medios y disminución de carga externa	Animación
38	Control del Aprendiz y libertad	N/A
39	Soporte a los objetivos de aprendizaje	Apariencia
40	Alineación con las necesidades específicas el aprendiz	Instrucción personalizada
41	Adecuación de la apariencia	Apariencia
42	Apoyo a los aspectos cognitivos del aprendizaje	N/A
43	Apoyo a los aspectos afectivos del aprendizaje	N/A
44	Medios y Herramientas de adecuación	N/A
45	Accesibilidad	N/A
46	Usabilidad	N/A
47	Comentarios y capacidad de respuesta	Retroalimentación

3.6 Estructura de la evaluación emocional en APV

Es necesario consultar o establecer de qué manera se trataran los datos que se recolecten con la aplicación del método que sea utilizado con el fin de determinar la

manera más apropiada de interpretar dichos datos, para lo cual se realizó una búsqueda que permitiera conocer de qué manera los investigadores en la materia han desarrollado la interpretación de los datos en este tipo de casos, así pues se encontró el libro *Measuring the User Experience* [117], en el que se plantean diversos tipos de métodos, técnicas e instrumentos de medición y evaluación usados en la experimentación en el campo de la UX.

3.6.1 ¿Qué evaluar?

El propósito de la actual investigación está enmarcado en evaluar la satisfacción en contextos de uso basados en APV, por lo tanto se considera apropiado apoyarse en la captura de emociones explícitas, ya que a través de estas técnicas se pretende disminuir la subjetividad al momento de obtener una apreciación de la satisfacción por parte de los usuarios. Para garantizar que la evaluación está dirigida hacia APV, es necesario evaluar las características que se obtuvieron como resultado del proceso de caracterización, teniendo en cuenta que son las características de este tipo de sistemas las que realmente los identifican y los diferencian de otros sistemas.

3.6.2 ¿Cómo evaluar?

3.6.2.1 Selección de la técnica para la captura de emociones explícitas

Product Emotion Measurement Instrument – PrEmo: una ventaja de esta técnica de auto-reporte no verbal es que ofrece un conjunto de 14 emociones que a menudo son elicitadas por el diseño de productos, sin embargo, se presentan muchas ocasiones en las cuales dicho conjunto parece limitado, además no siempre es fácil para los participantes ubicar su emoción en la figura correcta.

EMOCARDS: a pesar de ser una técnica rápida y fácil tanto para los usuarios e investigadores, su desventaja radica en que los usuarios deben adquirir el hábito de llenar las tarjetas. Además esta técnica produce resultados únicamente cualitativos, siendo mejor instrumentos que arrojen resultados cuantitativos a la hora de analizar dichos resultados.

Geneva Emotion Wheel – GEW: es una técnica desarrollada por un grupo de investigación experto en desarrollar este tipo de escalas, la cual propone un conjunto de 12 emociones con su respectiva intensidad, pero por la manera en que se presentan las emociones se torna confusa y compleja, exigiendo por parte de los participantes un esfuerzo cognitivo. Adicionalmente posee un nivel de subjetividad alto al brindar las opciones como “otra etiqueta” o “etiqueta neutral”.

Self-Assessment Manikin – SAM: al ser una escala pictórica en lugar de una escala verbal esto tiene ventajas en ciertas situaciones, siendo muy rápido para manejar en diferentes contextos, pero la escala de dominancia no siempre es fácil de entender por los participantes, por este motivo a menudo no se incluye en los estudios de evaluación de productos.

Diferencial Semántico: la ventaja de esta técnica radica en que parte de la percepción de los participantes para emitir un juicio subjetivo sobre los atributos específicos de un producto; permite conocer el perfil semántico de cada persona, o bien de grupos de personas. Además es una técnica de medición con un alto grado de generalización que permite ser adaptada los requerimientos particulares de cada aplicación, como por ejemplo personalizar las opciones de respuesta (adjetivos opuestos).

La forma más eficiente para capturar datos auto-reportados en un test de usabilidad es con algún tipo de escala de calificación. Las preguntas abiertas también pueden ser muy útiles, pero son más difíciles de analizar. Dos de las escalas de calificación clásicas son una escala Likert y una escala de diferencial semántico.

Luego de realizar un proceso de revisión sobre métodos de evaluación emocional, que permitió obtener los aspectos más importantes sobre cada uno de ellos, el método que se elige es el Diferencial Semántico, debido a que es un método que permite determinar el grado de satisfacción de un usuario partiendo de preguntas sobre su percepción acerca características específicas, los participantes eligen entre adjetivos opuestos o bipolares, para calificar su percepción, ejemplo, frío - caliente, feo - bonito, fuerte - débil, como ventaja se encuentra que el instrumento puede ser adaptado de acuerdo a los términos utilizados como opción de respuesta, que para este caso no fueron adjetivos sino sustantivos opuestos. Además presenta una escala entre cada par de términos opuestos, lo que ayuda en cierta medida a que el participante escoja el nivel en que percibió cierta emoción, ya que las emociones se pueden percibir en mayor o menor intensidad. Por otro lado métodos como Premo ya tienen emociones establecidas con su correspondiente representación visual, pero en esta investigación, las emociones que se quieren evaluar son difíciles de ubicar en una representación determinada o en su defecto no existe dicha representación.

Para el caso GEW, éste presenta un conjunto de 12 emociones establecidas, pero por la manera en que se presentan las emociones se torna confusa y compleja la elección de la emoción percibida. Además, las emociones están ubicadas de forma determinada en un plano que representa la valencia y el control, por lo tanto, es

complicado ubicar las emociones identificadas en esta investigación en una posición específica en dicho plano, porque sería una apreciación demasiado subjetiva por parte de los investigadores sin conocer los criterios que fueron utilizados por los creadores del método.

Por otro lado, con SAM no se puede establecer si se sintió una emoción específica, solo se basa en medir la percepción buena o mala de determinada característica e incluye otras dimensiones para representar la percepción cuya interpretación para los usuarios se vuelve compleja.

Otros de los aspectos considerados para la elección del método es que la técnica brinde a los evaluadores un instrumento de bajo costo, que no implique adquirir licencias para ser utilizados, ni conocimientos muy profundos acerca de su uso.

A pesar de que la técnica elegida fue el Diferencial Semántico, se consideraron varios aportes de las otras técnicas consultadas como por ejemplo, algunas emociones, las escalas de Likert, cuestionarios, etc., los cuales se integraron en el método propuesto.

Para beneficio de la presente investigación en el libro [117] se plantea y especifica en detalle cómo realizar y tratar la recolección de los datos al usar el método de Diferencial Semántico.

Dado que la técnica de Diferencial Semántico utiliza como opciones de respuesta adjetivos opuestos y considerando que esta investigación está basada en la captura emocional se proponen que los adjetivos sean emociones opuestas presentes en la interacción con APV.

3.6.2.2 Emociones presentes en la interacción con APV

El establecimiento de los sustantivos opuestos apropiados para la aplicación de la técnica de Diferencial Semántico representa una labor compleja, por lo tanto para propósitos de la investigación en curso se tomará como punto de partida el estudio [118] en el cual en una de sus secciones se plantean las emociones presentes en entornos interactivos, más específicamente en EVA (ver Tabla 18).

Tabla 18. Emociones presentes en la interacción con EVA [118]

Emociones Positivas		Emociones Negativas	
Confident	Confianza	Anxiety	Ansiedad
Hopefulness	Optimismo	Worry	Preocupación

Emociones Positivas		Emociones Negativas	
Curiosity	Curiosidad	Boredom	Aburrimiento
Euphoria	Euforia	Frustration	Frustración
Insight	Lucidez	Confusion	Confusión
Thrilled	Ilusión	Disappointment	Decepción
Satisfied	Satisfacción	Dissatisfied	Insatisfacción
Enthusiasm	Entusiasmo	Dispirited	Desanimo
Calm	Calma	Apprehension	Inquietud
Pride	Orgullo	Shame/Embarrassment	Vergüenza
Pleased	Complacencia	Self-conscious	Cohibición

Teniendo en cuenta que la actual investigación intenta aportar en el campo de los APV, fue necesario complementar el conjunto de emociones planteado en la Tabla 18 debido a las características específicas que se presentan en este campo. Durante la búsqueda de información para la complementación se encontró el estudio [119] en el cual se hace una recopilación sobre emociones centradas en el aprendiz. Estas emociones están comprendidas a continuación en la Tabla 19.

Tabla 19. 19 emociones identificadas en investigaciones sobre emociones centradas en el aprendiz. Información tomada de [119]

Emociones centradas en el Aprendiz	
Happy	Feliz
Enjoyment	Disfrute
Hope	Esperanza
Pride	Orgullo
Anger	Ira
Frustration	Frustración
Anxiety	Ansiedad
Fear	Miedo
Shame	Vergüenza
Hopelessness	Desesperanza
Bored	Aburrido
Surprise	Sorpresa
Contempt	Desaprecio
Disgust	Disgusto
Confusion	Confusión
Curiosity	Curiosidad
Sad	Tristeza
Eureka	Descubrimiento
Neutral	Neutral

Para la Tabla 19 las emociones que se encuentran resaltadas en negrilla indican aquellas que ya han sido contempladas en la Tabla 18, las demás emociones fueron analizadas para determinar cuáles podrían ser incluidas como parte del

complemento. Se realizó una comparación entre las emociones de la Tabla 19 que no están resaltadas y el conjunto de emociones comunes en los estudios presentado en [119], así se determinó que las emociones adicionales serán “Disgust” y “Happy”, con sus respectivos opuestos “Admiring” y “Indignant”, los cuales fueron identificados a partir del compendio de emociones encontrado en el estudio [118]. Solo fueron incluidos esos dos pares de emociones ya que era necesario incluir solo aquellas emociones que tuvieran identificada su respectiva opuesta. El conjunto definitivo que va a ser insumo de la propuesta de evaluación se puede ver a continuación en la Tabla 20.

Tabla 20. Emociones presentes en la interacción con sistemas interactivos. Extendida. Creación propia.

Emociones Positivas		Emociones Negativas	
Confident	Confianza	Anxiety	Ansiedad
Hopefulness	Optimismo	Worry	Preocupación
Curiosity	Curiosidad	Boredom	Aburrimiento
Euphoria	Euforia	Frustration	Frustración
Insight	Lucidez	Confusion	Confusión
Thrilled	Ilusión	Disappointment	Decepción
Enthusiasm	Entusiasmo	Dispirited	Desanimo
Calm	Calma	Apprehension	Inquietud
Pride	Orgullo	Shame/Embarrassment	Vergüenza
Pleased	Complacencia	Self-conscious	Cohibición
Admiring	Admiración	Disgust	Odio
Happy	Feliz	Indignant	Indignado

En esta parte el libro [117] plantea una serie de preguntas que ayudan a estructurar mejor este tipo de experimentación, empezando por:

3.6.2.3 ¿Cuándo coleccionar datos auto-reportados?

Los tiempos de colección de datos están clasificados en tres tipos:

- **Pre test:** Utilizado comúnmente para recoger información general de los usuarios y su percepción del sistema antes de utilizarlo.
- **Post tarea:** Las respuestas rápidas inmediatamente después de cada tarea pueden ayudar a identificar las tareas y partes de la interfaz que son particularmente problemáticas.
- **Post test:** Este tipo de respuestas pueden proporcionar una evaluación global efectiva después que el participante ha tenido la oportunidad de interactuar con el producto más plenamente.

Considerando las características de la investigación en curso y del agente que va a ser objeto de estudio en este caso particular, se establece que la opción mas apropiada es la “Post test”, ya que se hace necesario obtener una apreciación global efectiva al concluir la interacción con el APV. De esta manera, será posible identificar qué características del APV en particular pueden resultar problemáticas gracias a la precisión de la captura de las emociones evocadas en la interacción generada en el desarrollo de la experiencia.

3.6.2.4 ¿Cómo coleccionar datos auto-reportados?

Existen tres técnicas que se pueden utilizar para recopilar datos auto-reportados en un test de usabilidad:

- **Responder preguntas o brindar calificaciones por vía oral:** es el método más fácil desde la perspectiva del participante, pero, por supuesto, significa que se necesita un observador para registrar las respuestas. Esto funciona mejor para una sola respuesta rápida después de cada tarea.

Los formularios de papel y formularios en línea son convenientes tanto para calificaciones rápidas (Post tarea), como para las encuestas más largas (Post test).

- **Las respuestas en un formulario en papel:** Los formularios de papel son generalmente más fáciles de crear que los formularios en línea, pero implican la introducción manual de los datos, incluyendo la posibilidad de errores en la interpretación de la escritura a mano.
- **Dar respuestas utilizando algún tipo de herramienta en línea:** los formularios en línea son cada vez más fáciles de crear, como lo demuestra el número de herramientas de cuestionarios basados en la web, y los participantes son cada vez más acostumbrados a utilizarlos.

Con el fin de mitigar al máximo la ocurrencia de errores al momento de transcribir datos y tratarlos, se ha definido que los datos se recopilaran a través de una herramienta en línea, la cual se desarrollara para que además haga los cálculos cuantitativos necesarios para obtener resultados útiles que permitan determinar lo que se quiere.

3.6.2.5 Directrices generales para las escalas de medición

Se plantea que al elaborar escalas propias lo más importante es recordar que es probable obtener datos más fiables si se puede pensar en diferentes maneras de pedirle al participante evaluar el atributo. El conjunto de respuestas brindaría la reacción global del participante respecto a ese atributo. Asimismo, el éxito de los cuestionarios sugiere que se deben incluir declaraciones tanto positivas como negativas.

Por último, está la cuestión del número de valores de la escala para utilizar en cualquier escala de calificación. Este tema puede ser una fuente de debate entre los profesionales de la usabilidad. La mayoría de los argumentos se centran en el uso de un número par o impar de puntos en la escala. Un número impar de puntos tiene un centro, o punto neutral, mientras que un número par no lo hace, lo que obliga al usuario a decantarse un poco hacia un lado u otro de la escala. Esta pregunta es sobre todo un problema cuando se tiene un número relativamente pequeño de valores de la escala, como cinco o seis. Creemos que en la mayoría de situaciones del mundo real, una reacción neutra a algo es perfectamente válida y se debe permitir en una escala de calificación. Así que en la mayoría de los casos utilizamos las escalas de calificación con un número impar de puntos, por lo general cinco o siete.

3.6.2.6 Analizando los datos auto-reportados

Una técnica común para el análisis de datos procedentes de las escalas de calificación consiste en asignar un valor numérico a cada una de las posiciones de las escalas y luego calcular los promedios. Por ejemplo, en el caso de una escala Likert de 5 puntos, es posible asignar un valor de 1 a la “Totalmente en desacuerdo” y un valor de 5 a la “Muy de acuerdo”. Estos promedios pueden ser comparados a través de diferentes tareas, estudios, grupos de usuarios, etc. Esta es una práctica común entre la mayoría de los profesionales de la usabilidad, así como investigadores de mercado.

Otra forma común de analizar los datos de calificación a escala es mirando las dos cajas superiores y las dos cajas inferiores. La top-2-box score se refiere a alguien elegir un 4 o 5 (en una escala de 5 puntos), o un 6 o 7 (en una escala de 7 puntos). El top-2 son aquellos que están de acuerdo con la declaración (algo o muy de acuerdo), y la parte inferior-2 son aquellos que están en desacuerdo con la afirmación (un poco o muy en desacuerdo). A veces es útil centrarse sólo en la parte superior-2-cuadro-por ejemplo, cuando usted está interesado sólo en aquellos que realmente me gusta algo.

Resumir respuestas de preguntas abiertas siempre ha sido un reto. Nunca hemos sido capaces de llegar a una solución mágica para hacer esto de manera rápida y fácil. Por ejemplo, una pregunta que se pide a los participantes para describir cualquier cosa que encontraron confuso acerca de la interfaz que va a ser más fácil de analizar que un campo general "comentarios". Una técnica que a veces es útil es llevar todas las respuestas a una pregunta de composición abierta en Word o Excel y luego ordenarlos en orden alfabético (con artículos extraídos, como el, a, y así sucesivamente, desde el comienzo de cada uno). Esta red agrupa algunos de los comentarios similares, pero alguien todavía tiene que examinar esas observaciones y hacer una agrupación lógica que tenga en cuenta las diversas formas en que los participantes podrían haber expresado reacciones similares. Además, tener más de un evaluador para realizar las agrupaciones ayuda a aumentar la fiabilidad.

Siendo consecuentes con el objetivo de esta investigación, el cual pretende aportar en la medición de la satisfacción de uso de APV y cuyo concepto de satisfacción está alineado con la normas ISO, se utilizara como apoyo la ISO/IEC 9126-4 [120] la cual plantea una métrica de satisfacción $x = \sum \frac{A_i}{N}$ que resulta util para el tratamiento cuantitativo de los datos recolectados a través de cuestionarios. Donde *A_i*: *Respuestas a las preguntas* y *N*: *numero de respuestas*.

Así pues, como resultado del análisis de las diferentes fuentes que sirvieron como insumo para la estructuración de la herramienta que será propuesta, se concluye lo siguiente:

Al ser el diferencial semántico la técnica elegida, se deben plantear las posibles respuestas, las cuales vienes dadas por las parejas de emociones opuestas establecidas en la Tabla 20, donde al lado izquierdo encuentran las negativas y al lado las positivas (como se muestra en la Figura 10). Los participantes pueden responder a las preguntas marcando las emociones -dependiendo de que hayan experimentado durante la interacción con el APV en cada tarea- y su respectiva intensidad (entre más cercana sea a la emoción mayor será su intensidad).

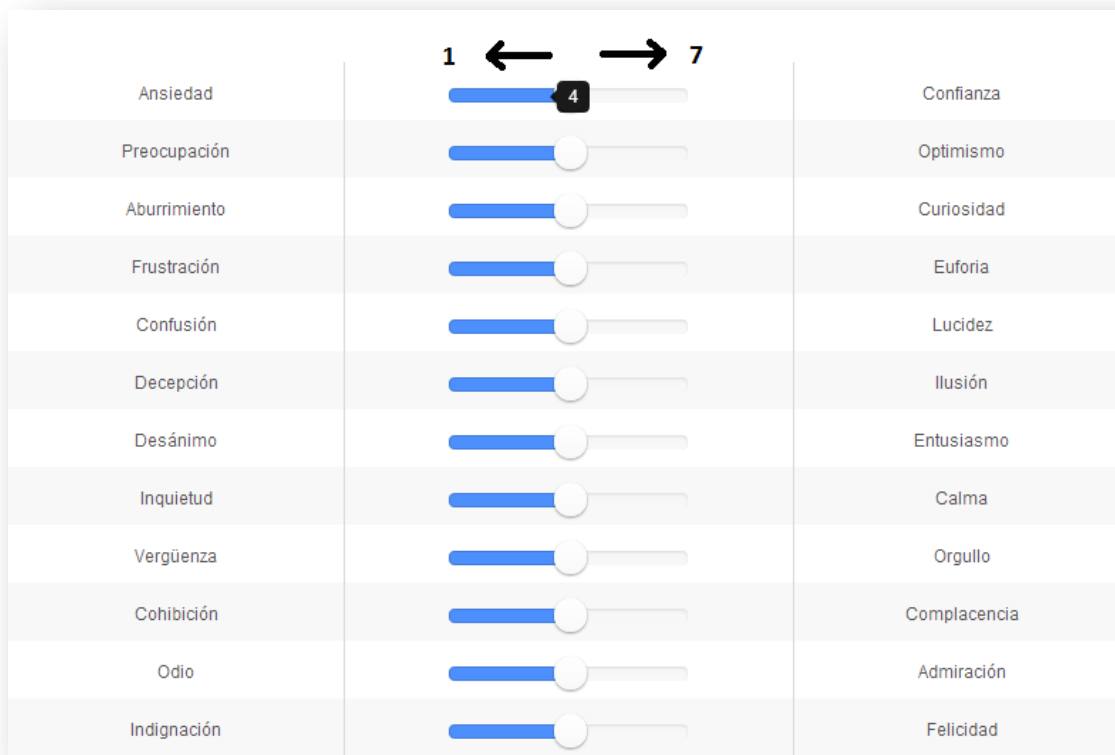


Figura 10. Opciones de respuesta emocional

Basados en una de las propuestas del libro [117] y en la métrica extraída de la ISO/IEC 9126-4, la satisfacción del estudiante se calculara a partir de la asignación de valores en una escala de 1 (más negativo) a 7 (más positivo) de las respuestas emocionales de cada pregunta; a las respuestas luego se les aplicara la formula antes vista para cada una de las preguntas y después análogamente la formula será aplicada de nuevo pero a los resultados del cálculo de todas las preguntas, lo que proporcionara como resultado la satisfacción del participante.

3.6.2.7 Construcción de un banco de preguntas basado en la caracterización propuesta

Este trabajo de grado pretende brindar un apoyo en todo lo concerniente a la creación de una herramienta de evaluación de satisfacción de uso en APV, por lo tanto con el fin de presentar una guía basada en la caracterización desarrollada en esta investigación se plantean una serie de preguntas que pueden ser usadas como línea base para la construcción de un cuestionario que tenga como objeto de estudio un APV a través de un enfoque emocional de los usuarios. Siendo consecuentes con

lo anterior, este banco de preguntas podría también ser utilizado para incluirse en cualquier herramienta de evaluación de satisfacción del usuario en agentes de cualquier tipo, no obstante se debe considerar que dicha inclusión estaría sujeta a las particularidades de cada estudio de caso, como son el objetivo de evaluación, las tareas que deba desarrollar el estudiante sobre la plataforma, el contexto de uso, entre otras.

En la Tabla 21 se encuentran las preguntas generadas a partir de cada característica de los APV, las cuales pueden ser adaptadas por cada investigador según sus necesidades o simplemente usarlas en su forma original.

Tabla 21. Listado de preguntas base del cuestionario

Característica APV	Pregunta
Adaptabilidad	¿Qué emoción(es) percibió frente a los cambios de comportamiento reflejados por el agente durante la interacción?
Animación	¿Cómo se sintió respecto a representación animada del agente y del entorno en el que se desempeña?
Apariencia	¿Cómo se sintió respecto a lo apropiado de la apariencia visual del personaje o figura que representa al agente?
Autonomía	¿Qué sensación(es) percibió frente a la independencia que exhibió el agente en su actuar?
Capacidades cognitivas críticas	¿Cómo se sintió respecto a las capacidades de razonamiento y toma de decisiones que posee el agente?
Coherencia	¿Cuál(es) fue(ron) su(s) sensación(es) respecto al nivel de coherencia que demostró el agente durante su actuar?
Coherencia Pedagógica	¿Cómo lo hizo sentir el papel de tutor de enseñanza que desempeño el agente durante el desarrollo del curso?
Comunicación no verbal	¿Qué sintió frente a los mensajes o emociones que le transmitió el agente sin el uso de palabras?
Comunicación verbal	¿Cómo se sintió respecto a apropiado de la comunicación hablada o escrita que manifiesta el agente según el entorno?
Contextualidad	¿Cuál(es) fue(ron) su(s) sensación(es) frente a lo acertadas que fueron las explicaciones dadas por el agente según el contexto vigente?
Continuidad	¿Qué emoción(es) percibió respecto al "hilo continuo" que exhibe el agente durante el desarrollo del proceso de enseñanza/aprendizaje?
Empatía	¿Cómo se sintió respecto a la identificación afectiva que demostró el agente frente a tu propio estado de ánimo?
Estimular al aprendiz	¿Qué emociones percibió frente a los estímulos que ofrecía el agente para mantenerlo interesado?
Identidad cultural	¿Cómo se sintió frente a la representación socio-cultural que exhibió el agente?
Instrucción personalizada	¿Qué sensación(es) le produjo la variación de las instrucciones dependiendo de su nivel de conocimiento y su estilo de aprendizaje?

Característica APV	Pregunta
Inteligencia	¿Qué emoción(es) percibió frente a las muestras de "inteligencia" que exhibió el agente?
Multi-comportamiento	¿Qué sensación(es) percibió frente a los cambios de comportamiento que reveló el agente?
Personalidad	¿Cómo se sintió respecto a los "rasgos de personalidad" que expuso el agente?
Proactividad	¿Qué sensaciones le produjo la iniciativa que exhibió el agente dirigida hacia objetivos particulares?
Reactividad	¿Cómo se sintió frente a las reacciones que manifestó el agente con respecto a los cambios que se producen en el entorno?
Retroalimentación	¿Qué emoción(es) percibió frente a las posibilidades de retroalimentación que le ofrecía el agente?
Roles	¿Qué emoción(es) percibió con respecto a los diferentes roles que interpreto el agente dependiendo del entorno a quien va dirigida la interacción?
Señales sociales	¿Cómo se sintió frente al comportamiento que exhibió el agente respecto a las condiciones específicas del entorno social?

3.6.2.8 Actividades para la construcción de un cuestionario de evaluación de satisfacción en APV

Para realizar el proceso de determinación del grado de satisfacción de un usuario al interactuar con un APV, es pertinente definir un procedimiento el cual permita obtener de manera ordenada la información relevante que especifique las condiciones que permitirán evaluar la satisfacción. Por lo anterior, y basado en las fases para la creación de un cuestionario definidas en [121], donde se describe un procedimiento para la elaboración de un cuestionario, que permite obtener la información planteada anteriormente, este procedimiento se basa en el contexto definido en la sección 3.3, además de la conceptualización (sección 3.1) y la caracterización (sección 3.2), al final el resultado de la evaluación pretende detectar falencias de la interacción de los usuarios con el APV, además de brindar recomendaciones para mejora dicha interacción.

A continuación se presentan la secuencia de actividades a seguir para construir un cuestionario a partir de los resultados de la actual investigación. También se puede apreciar en la Figura 11.

1) Determinar el contexto sobre el cual se encuentra inmerso el APV

Debido a los múltiples facetas en las que se pueden desempeñar los APV, es importante tener claro en cuál de estas se está desempeñando el que queremos

evaluar, para poder direccionar acertadamente las siguientes actividades de elaboración del cuestionario.

2) Establecer el objetivo de la evaluación

De acuerdo al contexto que se identificó en el cual se desempeña el APV, se debe determinar para que se utilizaran los resultados, lo que define de esta manera cual es el objetivo de la evaluación. Sin embargo se debe tener en cuenta que las siguientes actividades consecuentes del objetivo son dependientes de la contextualización y conceptualización realizada en este estudio.

3) Definir los usuarios participantes

Luego de tener claro, cual es el contexto en el que se desempeña el APV, y además de saber cuál es el objetivo de la evaluación, se debe definir, cuales son los perfiles de las personas que mas representan la audiencia de los APV o a los usuarios finales, asimismo se debe determinar el número de personas a las que se les va a realizar el test, y el nivel de experiencia que deben tener estos en la interacción con EVA basados en APV.

4) Establecer un conjunto de escenarios

Según el objetivo planteado, es necesario ordenar la evaluación dirigiéndola por escenarios y tareas que representen el objetivo definido para la evaluación. Los escenarios sirven para representar una situación específica a la cual el aprendiz debe responder, esta interacción del aprendiz con el APV brindara información sobre lo que se percibió desde el punto de vista emocional. El objetivo de esta actividad es establecer claramente el conjunto de escenarios con su respectiva descripción en los cuales va a interactuar el usuario con el APV.

5) Analizar las características de un APV presentes en cada escenario

De acuerdo a los escenarios planteados, se deben determinar cuáles son las características de APV presentes en cada escenario específico, teniendo en cuenta que el APV puede comportarse de forma diferente en cada uno de ellos, esto ayudara a determinar el enunciado pertinente para cada pregunta, además de orientar el cuestionario al objetivo planteado para la evaluación.

6) Elaborar el conjunto de preguntas

Para la formulación de preguntas se deben tener en cuenta los resultados obtenidos en las anteriores actividades, ya que de acuerdo a los escenarios que se hayan planteado y a las características de APV identificadas en cada escenario se deben orientar las preguntas acordes a evaluar la satisfacción del usuario al interactuar con el APV. Es necesario también considerar que las

preguntas deben ser formuladas de forma tal que generen una respuesta emocional por parte del aprendiz, para esto se recomienda que las preguntas inicien con enunciados como: ¿Cómo se sintió? ¿Qué emociones percibió? ¿Cuáles emociones experimentó?, acompañadas de opciones de respuesta que expresen las posibles emociones evocadas en el aprendiz, estas emociones ya han sido contempladas en estudio previamente. Al final se obtiene un conjunto de preguntas basadas en las actividades anteriores.

7) Agrupar el conjunto de preguntas de acuerdo a los escenarios determinados

Teniendo los resultados de las actividades 4 y 6, se debe especificar en qué escenarios y en qué orden se realizar las preguntas para que sean coincidentes con las características del APV que se quieren evaluar en determinado escenario, esto brindará una forma ordena y secuencial al aprendiz, logrando transmitir una sensación de correlación entre la tarea que está realizando y lo que se le está preguntando.

8) Elaborar el cuestionario en formato escrito (o digital) para entregar a los usuarios.

La elaboración del cuestionario y la elección del formato (digital o escrito) dependen del grupo evaluador y de las características propias del contexto sobre el que se desempeña el APV. Decantarse por un formato digital ayuda a que sea más rápida la elección de las posibles respuestas, pero en algunos casos puede ser necesario que el evaluado registre con su propias palabras lo que ha percibido, en este caso es más fácil utilizar un formato escrito.

9) Definir el modo (individual, grupal, en red, escrito o remoto) como se realizara el cuestionario.

Las características del entorno o contexto en el que se desenvuelve el APV, determinara como se llevara a cabo la evaluación de los escenarios, si el contexto es para un grupo de personas, la evaluación debe orientarse para que varias personas desarrollen al mismo tiempo el cuestionario, si el APV va a ser usado individualmente, entonces la evaluación también debería ser individual, en síntesis todo depende de las características propias, tanto del contexto como de las funcionalidades del APV, para de la misma forma ser evaluado.

10) Definir el lugar más apropiado para realizar la evaluación

El lugar para llevar acabo la evaluación depende tanto de las características del APV y de su contexto, como también de la comodidad para los evaluadores y de

los recursos necesarios para la ejecución del APV, lo que determinara que los participantes estén en el mismo ambiente que los usuarios finales de la aplicación.

11) Realizar prueba piloto

Con el fin de mitigar los posibles inconvenientes que se puedan presentar, es beneficioso realizar una prueba piloto con participantes que tengan un perfil acorde con los usuarios finales, al final el resultado será un documento con las correcciones necesarias para que la evaluación final tenga un correcto desempeño. Esto se debe hacer por lo menos una vez.

12) Reelaborar el cuestionario

Acondicionar el cuestionario luego de las correcciones determinadas, dará como resultado el cuestionario final y todos los elementos necesarios para realizar la evaluación de la manera más acertada para el APV que se desea evaluar.

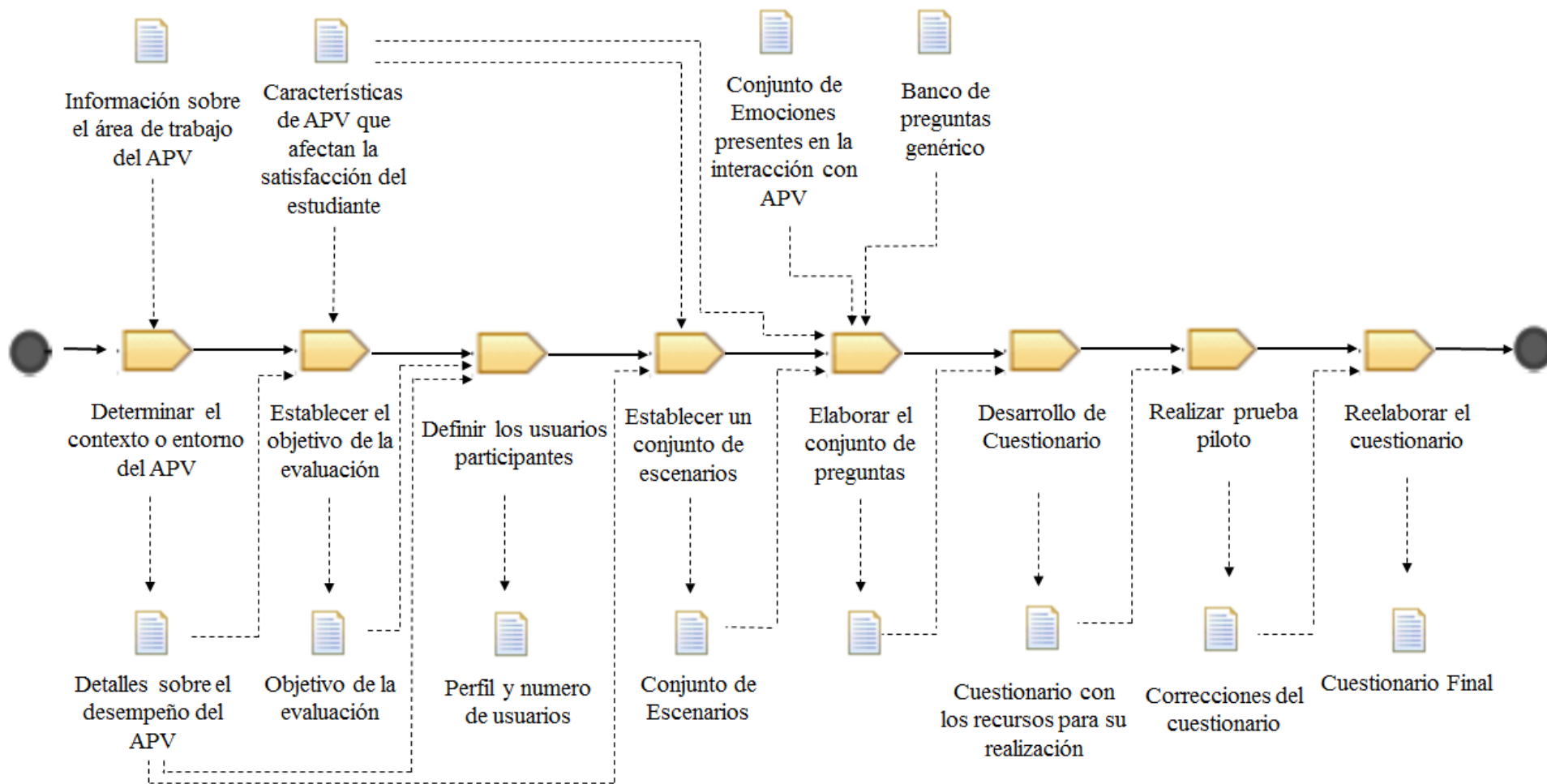


Figura 11. Diagrama de actividades para generar un cuestionario de evaluación de satisfacción de uso en un APV. Creación Propia

Capítulo 4. Estudio de caso: Evaluación de la satisfacción de uso de un APV utilizando SUMI¹⁵ y el mecanismo propuesto

En este capítulo se presenta la aplicación de dos métodos dentro del estudio de caso. En ambos casos se evaluará la satisfacción de los estudiantes durante su interacción con un APV que los guiara a través de un curso virtual. La diferencia radica en que en primera instancia dicha evaluación se hará por medio de la adaptación de un método tradicional para la evaluación de la satisfacción de uso y la comparación de productos software llamado SUMI, en cambio para la segunda instancia se utilizara el método propuesto el cual es una adaptación del método tradicional DIFERENCIAL SEMÁNTICO, en el que se tienen en cuenta los aspectos identificados en la contextualización y caracterización realizadas para este proyecto.

Los resultados obtenidos serán el insumo para desarrollar un estudio comparativo, que permita determinar cuál de los dos mecanismos es el más apropiado cuando se desea aplicar evaluaciones de experiencia de usuario en este tipo de contextos, con el fin de revelar los aportes significativos que brinda la propuesta.

Elección del Mecanismo Tradicional

Para definir que método era el mas apropiado para desarrollar el estudio comparativo se realizó una búsqueda de métodos, mecanismos o herramientas para medir la UX en la interacción con entornos interactivos y ademas algunos que contemplaran la medición de emociones. El proceso de busqueda y selección se presenta de forma detallada en el Anexo C.

Debido a que se pretende usar una herramienta tipo cuestionario que permita establecer interrogantes específicos dirigidos hacia las características de los APV, se pudo determinar que uno de los métodos mas apropiados para ser elegido como el tradicional dentro del estudio comparativo es el SUMI, el cual es básicamente un método cuestionario que también ofrece una escala en sus opciones de respuesta.

¹⁵ **SUMI**, para este caso de estudio se utilizara una adaptación de este método.

Estas razones son suficientes para considerar que éste es un método apropiado para comparar con la herramienta propuesta.

4.1 Metodología

Los estudios empíricos en ingeniería de software y sus contribuciones a aumentar el conocimiento continúan ganando aceptación con el pasar de los días. El paradigma de la investigación analítica no es suficiente para abarcar la complejidad presente en temas de la vida real que involucran la interacción de los seres humanos con la tecnología [122].

Los estudios de caso son una metodología de investigación adecuada para muchos tipos de investigación en ingeniería de software, ya que los objetos de estudio son fenómenos contemporáneos en su contexto natural, que son difíciles de estudiar de forma aislada. Esta metodología proporciona una comprensión más profunda de los fenómenos en estudio, teniendo en cuenta que el conocimiento es más que la significación estadística [122]. Desde este punto de vista se hizo necesario definir una estructura para el estudio de caso, que se encuentra apoyada en el trabajo de Runeson y Höst [122], la cual se puede observar a continuación, y de la cual no se consideraron los apartados *plan de validez* y *limitaciones*.

4.1.1 Diseño del estudio de caso

El tipo de diseño de este estudio de caso es en un contexto **simple holístico con caso de control** debido a que se tiene una única unidad de análisis, es decir, solo se evalúa un APV, y es con caso de control porque los resultados del método de evaluación de satisfacción de uso en APV denominado *Eval APV (objeto de estudio)* son comparados con los del método *SUMI*. Además, para este caso se tienen como sujetos de estudio estudiantes de ingeniería de sistemas.

Objetivo del estudio de caso

Determinar si es posible evaluar la satisfacción de uso en APV a partir de sus características y de instrumentos de medición de emociones explícitas de los usuarios.

Pregunta de investigación

¿Es posible evaluar la satisfacción de uso del estudiante en APV a partir de sus emociones explícitas e incorporando características particulares de estos entornos?

Métrica

Para dar respuesta a la pregunta de investigación de este estudio de caso se hace uso de la métrica de satisfacción antes mencionada (sección 3.6.2.6), la cual resulta útil para el tratamiento cuantitativo de los datos recolectados a través del método propuesto.

$$x = \sum \frac{A_i}{N}$$

A_i: Respuestas a las preguntas

N: numero de respuestas.

Además, también se establecen rangos de satisfacción para una mejor interpretación de los valores del grado de satisfacción obtenidos al aplicar la métrica anterior. Dichos rangos se pueden apreciar más adelante en la tabla 23 y 24.

4.1.2 Recolección de datos

Debido a que se pretende recoger las percepciones de los usuarios sobre la utilización del APV, se determina que el método más apropiado para la recolección de datos serán los cuestionarios, ya que éstos, por medio de una lista de preguntas formuladas claramente, indagan a los usuarios acerca las particularidades específicas del producto o sistema de manera “separada” a partir de su experiencia, lo cual es un punto a favor dada la naturaleza de la actual investigación la cual está basada en una caracterización. Por esta razón son ampliamente utilizados en la evaluación de utilidad de uso y la usabilidad de productos interactivos [123], por ejemplo SUMI, MUMMS y WAMMI, para el estudio de caso de esta investigación se utilizaran formularios con preguntas adaptadas en el contexto específico, además de utilizar una adaptación del método tradicional SUMI.

4.1.3 Análisis de los datos recogidos

El tratamiento de los datos recolectados durante el proceso de estudios de caso se hará con un enfoque de análisis cuantitativo.

4.2 Ejecución del Estudio de caso

Teniendo en cuenta que se busca evaluar la satisfacción de uso al interactuar con un APV, se utilizó un agente llamado MAX, que fue proporcionado por el grupo *GIGA Affective Lab*¹⁶ el cual es un grupo de investigación consagrado en el área de Interacción Persona-Ordenador. Para efectos de la investigación el agente proporcionado está inmerso en una plataforma llamada MAXINE que se desempeña en la instrucción a estudiantes en el campo de la Informática Gráfica, esta plataforma fue escogida debido a que se realizó una interlocución con algunos integrantes del grupo GIGA como EVA CERESO, LUIS GAMBAU y estos expresaron su interés y colaboración con esta investigación, además el agente es utilizado en el campo académico lo cual es relevante para la investigación, al ser utilizado en el área de la informática, presenta un aspecto importante ya que permitirá dar un punto de comparación entre la satisfacción al usar el agente contrastado con los métodos tradicionales, y así mismo determinar si realmente el agente y la organización del curso son intuitivos y fáciles de usar.

Para este estudio de caso se contará con la participación de 16 estudiantes de ingeniería de sistemas de la universidad del cauca, los cuales cuentan con el perfil que mejor se ajusta dadas las características del agente que se pretende evaluar, debido a su experiencia en temas relacionados con la informática, y a su continua interacción con sistemas educativos, lo cual ayudara a que luego de la interacción con el APV, proporcionen criticas objetivas sobre la utilización de la plataforma, estas críticas serán obtenidas a través de un cuestionario con el cual se busca capturar las emociones que estos sintieron al interactuar con el APV.

Después de obtener los resultados de la interacción de los estudiantes con la plataforma, se dispone a realizar un análisis de los datos que arrojan el grado de satisfacción obtenida.

Para la aplicación de la prueba se dio paso a explicar de qué se trataba el agente con el que los participantes iban a interactuar y como debían hacerlo. La aplicación de la prueba se ejecutó en primer lugar en sesiones separadas para 7 de los participantes, dichas sesiones duraron aproximadamente de 1 hora a 1 hora y media, durante las cuales debieron desarrollar el curso virtual sobre la plataforma MAXINE, inmediatamente después de concluir el curso prosiguieron a responder los 2 cuestionarios (Cuestionario propuesto y SUMI) sobre la herramienta web generada

¹⁶ **GIGA Affective Lab** | Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas de la Universidad Zaragoza, España.

por los investigadores, la cual de manera automática almacena y da tratamiento cuantitativo a las respuestas emocionales declaradas explícitamente por cada uno de los participantes. La otra parte de la prueba se llevó a cabo en una sesión conjunta para los restantes 9 participantes, que emplearon un tiempo aproximado de entre 45 minutos a 1 hora y media, cumpliendo con la misma dinámica mencionada anteriormente. Durante todas las sesiones se hizo acompañamiento y se resolvieron las dudas que surgieron al momento de interactuar con el agente.

4.3 Análisis de resultados

Después de realizar el estudio de caso se obtuvieron los siguientes resultados (ver Tabla 22) para cada uno de los métodos de evaluación utilizados como objeto de estudio.

Tabla 22. Resultados de los cuestionarios

TABLA DE RESULTADOS DE LOS CUESTIONARIOS	
Método	Grado de Satisfacción
Eval APV	4.54189293
SUMI	2.1563

<< < 1 > >> Ir a Página: 1 Registros por Página: 10 Presentando 1 a 2 de 2 registros

En la anterior Tabla 22 se aprecian los valores resultantes al aplicar la métrica de satisfacción en cada uno de los métodos, cabe resaltar que las escalas son diferentes para cada caso, por ejemplo, SUMI originalmente utiliza una escala de 3 puntos, por el contrario para la herramienta propuesta se decidió utilizar una escala de 7 puntos dado que la literatura al respecto aconseja usarla por ser una escala más precisa que la de 3 puntos [117]. Los resultados también se pueden apreciar a continuación en la Figura 12.

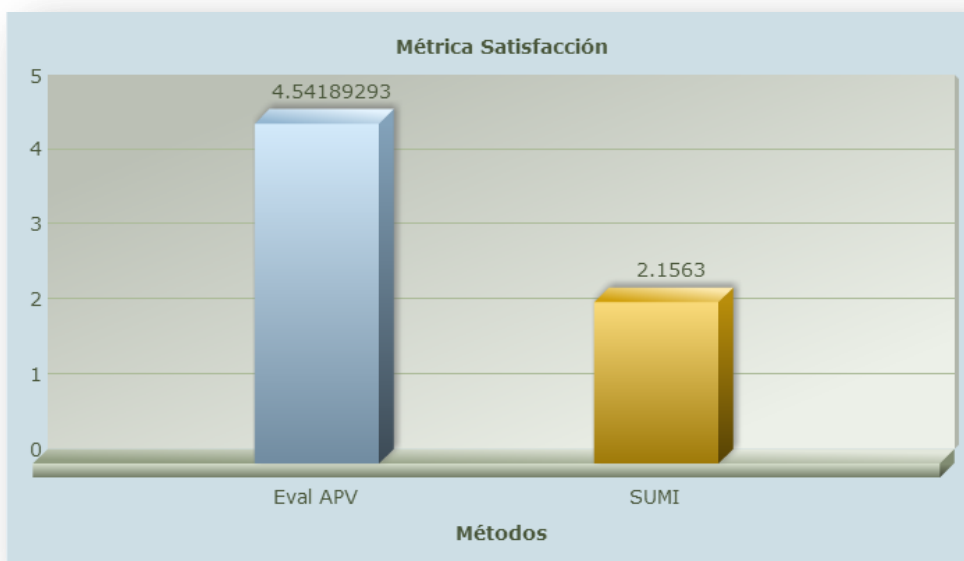


Figura 12. Gráfica de resultados de los cuestionarios

Para dar una mejor interpretación a los datos se definieron unos rangos que ayudan a determinar si el grado de satisfacción resultante de la métrica está dentro de los valores deseados. Cabe resaltar que los valores deseados del grado de satisfacción que determinan si el APV evaluado satisface o no a los usuarios, son establecidos por cada evaluador dependiendo del objetivo de la evaluación. Los rangos se pueden observar en la Tabla 23.

Tabla 23. Rangos de Satisfacción. Creación Propia

	Eval APV	SUMI
Insatisfecho	$x \geq 1$ y $x \leq 3$	$x \geq 1$ y $x \leq 1.5$
Medianamente satisfecho	$x > 3$ y $x \leq 5$	$x > 1.5$ y $x \leq 2.5$
Satisfecho	$x > 5$ y $x \leq 7$	$x > 2.5$ y $x \leq 3$

La tabla de rangos permite analizar la gráfica de resultados (ver Figura 12) del grado de satisfacción obtenido, a partir de esto se puede inferir el rango de satisfacción en el que se ubica el APV según cada método. De acuerdo con el método Eval APV, el agente evaluado obtuvo un grado de satisfacción que se sitúa en el rango denominado “Medianamente satisfecho”, lo que significa que en general el agente debe mejorar varios aspectos de su implementación. Por otra parte, el método SUMI califica al agente con un grado de satisfacción que se sitúa en el rango

“Medianamente satisfecho”, pero hay que recordar que cada método posee una escala diferente.

A la postre se analizarán los resultados enfocándose en las subcaracterísticas de la satisfacción, para lo cual se hace necesario reestablecer rangos para las subcaracterísticas. Dichos ajustes se pueden observar en la Tabla 24.

Tabla 24. Rangos de subcaracterísticas. Creación Propia

Subcaracterísticas de la satisfacción (Utilidad, Confianza, Placer)	Métodos	
	Eval APV	SUMI
No satisfecha	$x \geq 1$ y $x \leq 3$	$x \geq 1$ y $x \leq 1.5$
Medianamente satisfecha	$x > 3$ y $x \leq 5$	$x > 1.5$ y $x \leq 2.5$
Satisfecha	$x > 5$ y $x \leq 7$	$x > 2.5$ y $x \leq 3$

En la Tabla 25 se presentan los resultados de la evaluación empleando el método Eval APV discriminados por cada subcaracterística.

Tabla 25. Resultados subcaracterísticas de la satisfacción para el Eval APV

Subcaracterística	Grado de Satisfacción
Utilidad	4.54889965
Confianza	4.56709632
Placer	4.51725391

En la anterior Tabla 25 se pueden observar los valores resultantes al aplicar la métrica de satisfacción para cada una de las subcaracterísticas, cabe resaltar que este caso también está bajo la escala de 7 puntos. Estos resultados también se pueden apreciar a continuación en la Figura 13.



Figura 13. Gráfica de resultados subcaracterísticas de la satisfacción para el Eval APV

Para lograr obtener el cálculo del grado de satisfacción para cada una de las subcaracterísticas fue necesario establecer la relación existente entre las preguntas del cuestionario con las subcaracterísticas de la satisfacción. El resultado de dicha relación se puede apreciar en la Tabla 26. La relación se logró establecer a partir del proceso desarrollado en la sección 3.4.1, teniendo en cuenta que cada pregunta nace de cada característica identificada para los APV.

Por lo anterior, es posible obtener el grado de satisfacción para las subcaracterísticas a través de la métrica antes mencionada para el caso del método Eval APV. De acuerdo con los valores resultantes se puede inferir que Utilidad, Confianza y Placer se ubican en el rango denominado “Medianamente satisfecha”, ratificando que el grado de satisfacción en general, obtenido por el agente evaluado, posee un cumplimiento medio de los objetivos pragmáticos y hedónicos esperados.

Tabla 26. Relación de preguntas del cuestionario Eval APV con la satisfacción. Creación Propia

Preguntas del Cuestionario Propuesto	Características APV	Subcaracterísticas de la Satisfacción
¿Qué emoción(es) percibió frente a los cambios de comportamiento reflejados por el agente durante la interacción?	Adaptabilidad	Confianza Utilidad
¿Cómo se sintió respecto a representación animada del agente y del entorno en el que se desempeña?	Animación	Confianza Placer
¿Cómo se sintió respecto a lo apropiado de la apariencia visual del personaje o figura que representa al agente?	Apariencia	Confianza Placer
¿Qué sensación(es) percibió frente a la independencia que exhibió el agente en su actuar?	Autonomía	Confianza Placer Utilidad
¿Cómo se sintió respecto a las capacidades de razonamiento y toma de decisiones que posee el agente?	Capacidades cognitivas críticas	Confianza Utilidad
¿Cuál(es) fue(ron) su(s) sensación(es) respecto al nivel de coherencia que demostró el agente durante su actuar?	Coherencia	Confianza Placer Utilidad
¿Cómo lo hizo sentir el papel de tutor de enseñanza que desempeño el agente durante el desarrollo del curso?	Coherencia Pedagógica	Confianza Placer Utilidad
¿Qué sintió frente a los mensajes o emociones que le transmitió el agente sin el uso de palabras?	Comunicación no verbal	Confianza Placer Utilidad
¿Cómo se sintió respecto a apropiado de la comunicación hablada o escrita que manifiesta el agente según el entorno?	Comunicación verbal	Confianza Placer Utilidad
¿Cuál(es) fue(ron) su(s) sensación(es) frente a lo acertadas que fueron las explicaciones dadas por el agente según el contexto vigente?	Contextualidad	Confianza Placer Utilidad
¿Qué emoción(es) percibió respecto al “hilo continuo” que exhibe el agente durante el desarrollo del proceso de enseñanza/aprendizaje?	Continuidad	Confianza Utilidad

Preguntas del Cuestionario Propuesto	Características APV	Subcaracterísticas de la Satisfacción
¿Cómo se sintió respecto a la identificación afectiva que demostró el agente frente a tu propio estado de ánimo?	Empatía	Confianza Placer
¿Qué emociones percibió frente a los estímulos que ofrecía el agente para mantenerlo interesado?	Estimular al aprendiz	Confianza Placer Utilidad
¿Cómo se sintió frente a la representación socio-cultural que exhibió el agente?	Identidad cultural	Placer Utilidad
¿Qué sensación(es) le produjo la variación de las instrucciones dependiendo de su nivel de conocimiento y su estilo de aprendizaje?	Instrucción personalizada	Utilidad
¿Qué emoción(es) percibió frente a las muestras de “inteligencia” que exhibió el agente?	Inteligencia	Confianza Utilidad
¿Qué sensación(es) percibió frente a los cambios de comportamiento que reveló el agente?	Multi-comportamiento	Placer
¿Cómo se sintió respecto a los “rasgos de personalidad” que expuso el agente?	Personalidad	Placer Utilidad
¿Qué sensaciones le produjo la iniciativa que exhibió el agente dirigida hacia objetivos particulares?	Proactividad	Utilidad
¿Cómo se sintió frente a las reacciones que manifestó el agente con respecto a los cambios que se producen en el entorno?	Reactividad	Utilidad
¿Qué emoción(es) percibió frente a las posibilidades de retroalimentación que le ofrecía el agente?	Retroalimentación	Confianza Placer Utilidad
¿Qué emoción(es) percibió con respecto a los diferentes roles que interpreto el agente dependiendo del entorno a quien va dirigida la interacción?	Roles	Confianza Placer Utilidad
¿Cómo se sintió frente al comportamiento que exhibió el agente respecto a las condiciones específicas del entorno social?	Señales sociales	Confianza Placer

A continuación en la Tabla 27 se presentan los resultados de la evaluación empleando el método SUMI discriminados por cada subcaracterística.

Tabla 27. Resultados subcaracterísticas de la satisfacción para SUMI

Subcaracterística	Grado de Satisfacción
Utilidad	2.1616
Confianza	2.1946
Placer	2.1250

En la anterior Tabla 27 se pueden observar los valores resultantes al aplicar la métrica de satisfacción para cada una de las subcaracterísticas, cabe resaltar que este caso también está bajo la escala de 3 puntos. Estos resultados también se pueden apreciar a continuación en la Figura 14.



Figura 14. Gráfico de resultados subcaracterísticas de la satisfacción para SUMI

Para lograr obtener el cálculo del grado de satisfacción para cada una de las subcaracterísticas fue necesario establecer la relación existente entre las preguntas del cuestionario SUMI con las subcaracterísticas de la satisfacción. El resultado de dicha relación se puede apreciar en la Tabla 28.

Por lo anterior, es posible obtener el grado de satisfacción para las subcaracterísticas a través de la métrica antes mencionada para el caso del método SUMI. De acuerdo con los valores resultantes se puede inferir que Utilidad, Confianza y Placer se ubican en el rango denominado “Medianamente satisfecha”, ratificando una vez más los resultados obtenidos desde el método Eval APV.

Tabla 28. Relación de los ítems del cuestionario SUMI con la satisfacción. Creación Propia

Preguntas SUMI	Subcaracterísticas de la Satisfacción
La respuesta del software es demasiado lenta	Confianza
Recomendaría el este software a sus colegas	Utilidad
Las instrucciones e indicaciones del software son de utilidad	Confianza Utilidad
Este software se ha detenido inesperadamente alguna vez	Confianza Utilidad
Aprender a utilizar este software inicialmente es complicado	Confianza Placer
Algunas veces no sabía que tenía que hacer con este software	Confianza Placer Utilidad
Encontró que la información de ayuda de este software no fue útil	Confianza Utilidad
Si este software se detiene es fácil volver a iniciarlo	Confianza Utilidad
Le tomo mucho tiempo aprender las funcionalidades de este software	Confianza Placer Utilidad
Alguna vez se preguntó si estaba usando la función correcta	Confianza Utilidad
Trabajar con este software es satisfactorio	Confianza Placer Utilidad
La información del sistema es presentada de forma clara y entendible	Confianza Placer Utilidad
Se sintió más seguro utilizando las funciones con las que estaba familiarizado	Confianza Utilidad
La documentación del software es muy informativa	Confianza
Este software parece alterar la forma en normalmente ha trabajado	Confianza Placer
Trabajar con este software es mentalmente estimulante	Placer

Preguntas SUMI	Subcaracterísticas de la Satisfacción
En pantalla se muestra la información necesaria	Confianza Utilidad
Sintió que tenía el control del software cuando lo utilizo	Confianza
Prefiere utilizar las funciones que mejor conoce	Confianza
Cree que este software es inconsistente	Utilidad Confianza
No le gustaría utilizar este software todos los días	Confianza Placer Utilidad
Comprende y actúa sobre la información proporcionada para este software	Utilidad
Este software es inmanejable cuando quiere realizar algo que no es estándar	Utilidad
Hay mucho que leer antes de utilizar este software	Utilidad Placer
Las tareas pueden ser desarrolladas en forma sencilla utilizando este software	Utilidad Placer
Usar este software es frustrante	Placer
Este software le ayudado a superar algunos problemas que tuvo usándolo	Confianza Placer Utilidad
La velocidad de este software es suficientemente rápida	Confianza Placer Utilidad
Tuvo que volver a ver las guías	Confianza
Es obvio que las necesidades del usuario se han tenido plenamente en cuenta	Placer
Algunas veces se sintió tenso usando este software	Placer
La organización del menú parece bastante lógico	Confianza Utilidad
El software se permite ser usado con pocas teclas	Utilidad
Es difícil aprender a usar nuevas funcionalidades	Confianza Utilidad
Se debe realizar muchos pasos para obtener una respuesta para el trabajo	Utilidad
Algunas veces este software le dio dolores de cabeza	Placer
Los mensajes de error no son adecuados	Placer
Es fácil hacer lo que quieres utilizando este software	Confianza Utilidad
Nunca voy a aprender a usar todas las funcionalidades de este software	Utilidad
El software no siempre hizo lo que esperaba	Confianza
El software es presentado de una forma muy atractiva	Placer
Ni la cantidad ni la calidad de información varía en todo el sistema	Confianza

Preguntas SUMI	Subcaracterísticas de la Satisfacción
Es relativamente fácil moverse de una tarea a otra	Confianza
Es fácil olvidar como se hacen las cosas con este software	Confianza
El software ocasionalmente se comporta de una forma poco comprensible	Confianza
Este software es realmente poco manejable	Confianza
Es fácil ver rápidamente las opciones en cada pantalla	Confianza Utilidad
Obtener datos dentro y fuera del sistema no es fácil	Confianza Utilidad
Tuvo que buscar ayuda en varias ocasiones cuando uso este software	Confianza Utilidad

Por último, se analizarán los resultados por cada pregunta del cuestionario Eval APV, dichos resultados se pueden apreciar a continuación en la Tabla 29.

Tabla 29. Resultados por pregunta Eval APV

Nº	Pregunta	Satisfacción
1	¿Qué emoción(es) percibió frente a los cambios de comportamiento reflejados por el agente durante la interacción?	4.47916667
2	¿Cómo se sintió respecto a representación animada del agente y del entorno en el que se desempeña?	4.65625000
3	¿Cómo se sintió respecto a lo apropiado de la apariencia visual del personaje o figura que representa al agente?	4.83333333
4	¿Qué sensación(es) percibió frente a la independencia que exhibió el agente en su actuar?	4.76041667
5	¿Cómo se sintió respecto a las capacidades de razonamiento y toma de decisiones que posee el agente?	4.82812500
6	¿Cuál(es) fue(ron) su(s) sensación(es) respecto al nivel de coherencia que demostró el agente durante su actuar?	4.72916667
7	¿Cómo lo hizo sentir el papel de tutor de enseñanza que desempeñó el agente durante el desarrollo del curso?	4.61979167
8	¿Qué sintió frente a los mensajes o emociones que le transmitió el agente sin el uso de palabras?	4.47395833

Nº	Pregunta	Satisfacción
9	¿Cómo se sintió respecto a apropiado de la comunicación hablada o escrita que manifiesta el agente según el entorno?	4.44270833
10	¿Cuál(es) fue(ron) su(s) sensación(es) frente a lo acertadas que fueron las explicaciones dadas por el agente según el contexto vigente?	4.31770833
11	¿Qué emoción(es) percibió respecto al "hilo continuo" que exhibe el agente durante el desarrollo del proceso de enseñanza/aprendizaje?	4.64062500
12	¿Cómo se sintió respecto a la identificación afectiva que demostró el agente frente a tu propio estado de ánimo?	4.29687500
13	¿Qué emociones percibió frente a los estímulos que ofrecía el agente para mantenerlo interesado?	4.44270833
14	¿Cómo se sintió frente a la representación socio-cultural que exhibió el agente?	4.35416667
15	¿Qué sensación(es) le produjo la variación de las instrucciones dependiendo de su nivel de conocimiento y su estilo de aprendizaje?	4.80208333
16	¿Qué emoción(es) percibió frente a las muestras de "inteligencia" que exhibió el agente?	4.60416667
17	¿Qué sensación(es) percibió frente a los cambios de comportamiento que reveló el agente?	4.30729167
18	¿Cómo se sintió respecto a los "rasgos de personalidad" que expuso el agente?	4.52604167
19	¿Qué sensaciones le produjo la iniciativa que exhibió el agente dirigida hacia objetivos particulares?	4.48958333
20	¿Cómo se sintió frente a las reacciones que manifestó el agente con respecto a los cambios que se producen en el entorno?	4.34375000
21	¿Qué emoción(es) percibió frente a las posibilidades de retroalimentación que le ofrecía el agente?	4.45312500
22	¿Qué emoción(es) percibió con respecto a los diferentes roles que interpreto el agente dependiendo del entorno a quien va dirigida la interacción?	4.57291667

N°	Pregunta	Satisfacción
23	¿Cómo se sintió frente al comportamiento que exhibió el agente respecto a las condiciones específicas del entorno social?	4.48958333

En la anterior Tabla 29 se pueden observar los valores resultantes al aplicar la métrica de satisfacción para cada una de las preguntas presentadas en el cuestionario propuesto, cabe resaltar que este caso también está bajo la escala de 7 puntos. Los resultados también se pueden apreciar a continuación en la Figura 15.

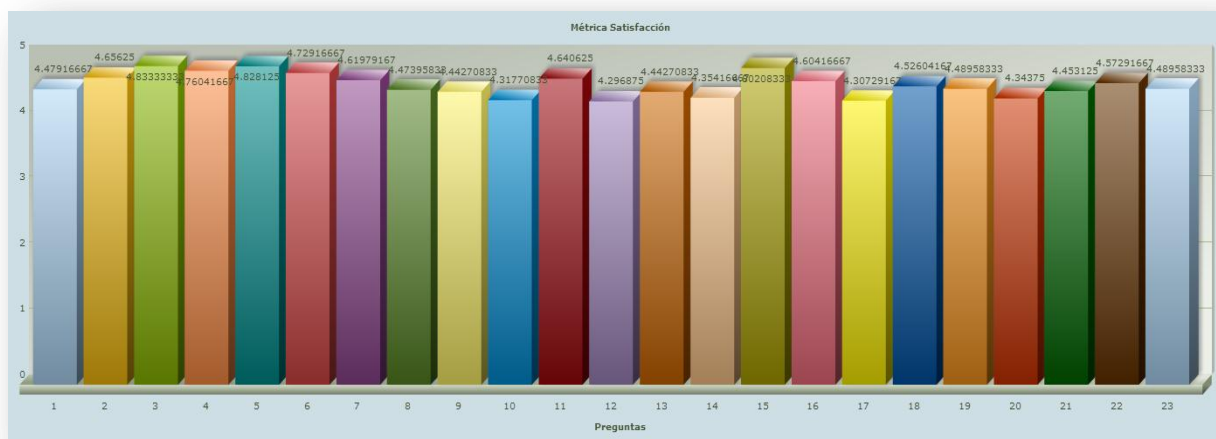


Figura 15. Gráfica de resultados por pregunta Eval APV

Este tipo de análisis por pregunta es el que permite identificar falencias específicas debido a que, como se había mencionado anteriormente, cada pregunta nace a partir de cada característica de los APV, por lo tanto si el grado de satisfacción de una pregunta se ubica en el rango de la insatisfacción se puede afirmar que es específicamente sobre esa característica que se deben aplicar cambios para intentar mejorarla. Por ejemplo para este caso particular se puede notar que en general las preguntas recaen sobre el rango “Medianamente satisfecha”, lo que implicaría la aplicación de cambios sobre una gran parte del agente, con la salvedad de algunas preguntas que están próximas a alcanzar el rango deseado como son las preguntas 3, 5 y 15.

Asimismo, es posible analizar los resultados del cuestionario SUMI, a partir de la Figura 16. Para mayor detalle, estos resultados se pueden apreciar en el Anexo F.

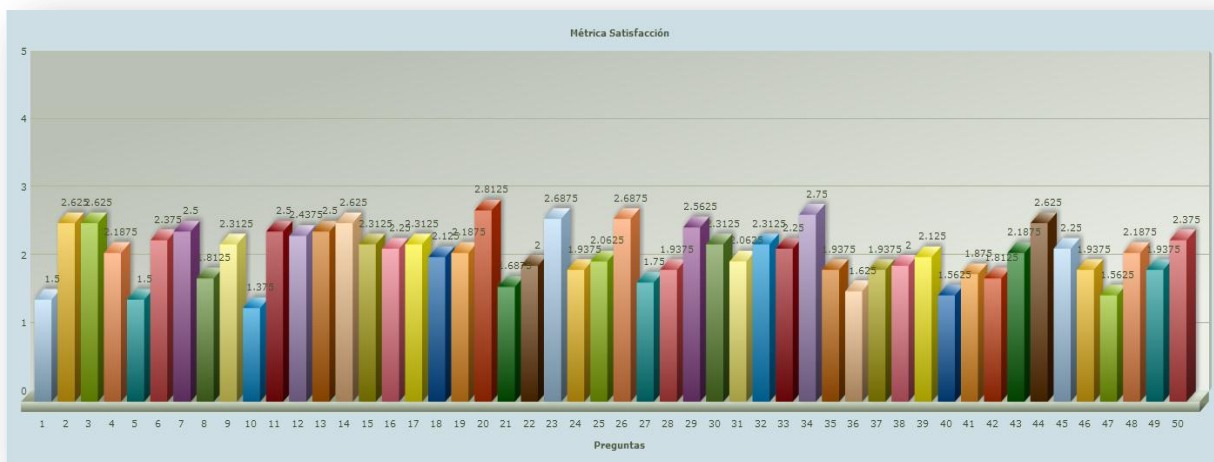


Figura 16. Gráfica de resultados por ítems de SUMI

Aunque el grado de satisfacción obtenido por cada ítem de este cuestionario provee información concreta del agente, los resultados conseguidos, se limitan a evaluar aspectos generales, con los cuales se hace complejo identificar el origen específico de las falencias en el diseño del sistema.

4.4 Síntesis y discusión

Después de analizar los resultados de este estudio de caso, uno de los aspectos más importantes a destacar es que se pudo observar que los grados de satisfacción obtenidos por el APV a través de ambos métodos fueron similares, no obstante, esta apreciación requiere de un análisis más allá de los números para identificar las ventajas o aportes que brinda el método propuesto sobre el método tradicional. A pesar de que para este estudio de caso en particular los resultados numéricos de ambos métodos tienen grandes similitudes, no es correcto concluir de manera definitiva que son métodos equivalentes, ya que nada garantiza que en estudios futuros los resultados continúen siendo similares.

Una de las grandes ventajas que se destacan del método propuesto sobre muchos métodos tradicionales es el nivel de especificación alcanzado gracias a la manera como fue concebido el cuestionario a través de los procesos de conceptualización y caracterización para este tipo de sistemas interactivos, lo que permite una identificación más directa de las posibles falencias que pueda poseer un APV. Durante el proceso de análisis de resultados por cada característica de APV se logró identificar una regularidad de satisfacción mediana entre la mayoría de valores, pese

a las expectativas de los investigadores quienes esperaban que la apreciación del agente por parte de los participantes estuviera en un rango más bajo, lo que motivo a observarlos más detalladamente, permitiendo entrever que pudo haber dependido del perfil de los participantes, quienes por su falta de experiencia y conocimientos previos sobre APV, consideraban que a pesar de las limitaciones que presentaba el agente MAX, era una implementación aceptable. Esto debido a que al ser para la mayoría de los participantes su primera experiencia con este tipo de sistemas interactivos, sus expectativas no eran muy altas.

Otro aspecto que vale la pena entrar a razonar es el tema de las emociones como instrumento de apoyo a la evaluación de la satisfacción. Para empezar hay que reconocer que el uso de las emociones como opciones de respuesta dentro del cuestionario, requiere por parte de los participantes un esfuerzo mayor al momento de contestarlo, debido al proceso de reflexión que hace cada individuo sobre las emociones percibidas y la intensidad que suponen de las mismas. Sin embargo, a partir de la similitud de los resultados cuantitativos se puede inferir que si es posible evaluar la satisfacción de uso a través de la captura de emociones explícitas de los usuarios. Además, este tipo de instrumentos de captura emocional permiten mitigar en gran medida la subjetividad que se pueda presentar durante un proceso de evaluación que depende de las apreciaciones y/o percepciones de los individuos, las cuales se pueden ver afectadas por los prejuicios y el estado emocional de cada individuo entre otras cosas. La mitigación de la subjetividad antes mencionada se logra a partir de una estrategia que indaga al participante a través de una reflexión más interna, forzándolo a examinar sus percepciones desde un enfoque emocional, no desde un enfoque racional.

4.5 Opinión de Expertos

Como apoyo al proceso de validación del método derivado del desarrollo de la actual investigación, se realizó una sesión con expertos en el área de la usabilidad con el objetivo de obtener sus opiniones, apreciaciones y/o sugerencias acerca del mismo. A partir de dichas apreciaciones los expertos logran analizar si el método propuesto cumple su propósito, el cual es evaluar la satisfacción de los usuarios al interactuar con el APV.

El proceso de validación por parte de los expertos se realizó de la siguiente manera:

1) Perfil de expertos

Los expertos elegidos para llevar a cabo este proceso de validación tienen amplia experiencia en el campo del HCI, más específicamente en la usabilidad, los métodos de evaluación de usabilidad, el diseño emocional y en el diseño de EVA.

A continuación se presenta la información del perfil de cada uno de los expertos utilizados en la actividad.

Tabla 30. Perfiles de los Expertos

Nombre	Profesión	Estudios	Perfil
Andrés Solano	Ingeniero de Sistemas	– Magister en ciencias de la computación. – Estudiante de doctorado en ciencias de la computación.	– Métodos de evaluación de experiencia de usuario
Yenny Méndez	Ingeniera de Sistemas	– Magister en ciencias de la computación. – Estudiante de doctorado en ciencias de la computación.	– Métodos de evaluación de experiencia de usuario
Angela Villareal	Ingeniera de Sistemas	– Estudiante de maestría en ciencias de la computación.	– Diseño y evaluación de interfaces experiencia de usuario

2) Preparación para la sesión

Se genera un informe resumido de la investigación el cual entrega a los expertos para que lo examinen y así obtengan conocimientos previos acerca del desarrollo de la investigación, que les permitan comprender de mejor manera la información presentada durante la sesión.

Además, se construye una breve presentación de diapositivas con el fin de detallar y explicar la información descrita en el informe.

3) Desarrollo de la sesión

- a) **Presentación de las diapositivas:** Esta presentación se realizó durante una hora, permitiendo aclarar cómo se llevó a cabo el desarrollo del proyecto y que resultados se obtuvieron a partir de la investigación.
- b) **Preguntas por parte de los expertos:** se dedicó un espacio aproximadamente de 30 minutos en el cual se aclararon las dudas o

inquietudes que manifestaron los expertos acerca del proceso de investigación realizado.

c) Discusión general acerca de la investigación: en este espacio se generó una dinámica de retroalimentación por parte de los expertos acerca de aspectos de la investigación y también sobre el método propuesto. A través de esta dinámica se logró recopilar una serie de recomendaciones para ser aplicadas al método, las cuales se listan a continuación:

- Utilizar una terminología oficial para referirse a las emociones, es decir, se debe intentar hacer uso de términos que sean aceptados globalmente para evitar diferentes interpretaciones según el contexto en el que sea aplicado el método.
- Utilizar preferiblemente representaciones gráficas oficiales que acompañen los términos usados para referirse a cada emoción, lo anterior debido a que las representaciones gráficas mitigan aún más las diferentes interpretaciones.
- Obtener información de los usuarios que permita determinar su experiencia previa con el tipo de sistema con que va a interactuar.
- Normalizar el estilo de redacción de las preguntas, evitando demasiadas variaciones en el uso de términos que se refieran a la evocación de las emociones, por ejemplo, “que sintió”, “que percibió”, “qué sensación le produjo”, entre otras. Se debe pretender obtener una redacción que se entienda de manera general.

d) Valoración del método propuesto: con el fin de obtener la valoración que le da cada experto al método, se les formuló la siguiente pregunta: ¿Según lo realizado para elaborar el método, considera que éste logra evaluar la satisfacción de los usuarios al interactuar con el APV?, a lo que los expertos contestaron de la siguiente manera:

- Teóricamente el método propuesto tiene el soporte suficiente para inferir que si se aproxima a lograr evaluar la satisfacción.
- De acuerdo al soporte que posee la investigación, se observa que el método si hace posible la evaluación de satisfacción de uso en APV. No obstante, al tratarse de una propuesta, ésta se debe seguir validando (validar con otros usuarios, con otros expertos, etc) para realizar los refinamientos que permitan obtener un método de evaluación más robusto.

Capítulo 5. Conclusiones y trabajo futuro

5.1 Conclusiones

- Aunque evaluar un producto software desde una perspectiva emocional puede ser considerado por algunos como poco efectivo, de este estudio se puede observar, que para el software que es usado en entornos donde las emociones juegan un papel importante en el desempeño de sus usuarios, la inclusión de las mismas dentro de la evaluación de satisfacción es pertinente, posible y necesaria; además brinda información a los evaluadores que permite identificar falencias y posibles soluciones, lo que representa un insumo importante para mejorar la satisfacción de los usuarios al interactuar con estos sistemas.
- A pesar de que los APV son utilizados hace algunos años, su uso no es ampliamente difundido, más aún en entornos educativos como los que se encuentran localmente difundidos, lo cual representa una gran oportunidad para continuar con las investigaciones e implementaciones de estos sistemas en cualquier ámbito educativo. Por lo anterior, esta investigación y posibles ajustes a la misma, pueden ser usadas como referente para lograr desarrollar APV que influyan positivamente en la satisfacción de los aprendices que hacen uso de este tipo de herramientas.
- La segmentación presente en cuanto al concepto de agentes y los tipos existentes, hace que siempre sea necesario establecer el alcance del agente que se va a estudiar y/o desarrollar, demostrando así la importancia que tiene el contexto dentro del fenómeno de la HCI.
- Cada APV tiene sus particularidades y aunque comparten características de implementación que son inherentes en este tipo de sistemas, para poder realizar un análisis de su entorno y del campo de estudio donde es aplicado, es útil investigar sobre diferentes metodologías de aprendizaje y pedagogía, además del DCA.
- El DCA como referente teórico ofrece muchos aportes que permiten realizar diseños más apropiados para sistemas educativos. Sin embargo, carece de directrices que se enfoquen en las características o necesidades de los

aprendices que pueden ser obtenidas de la interlocución directa con los diseñadores del sistema.

- A pesar de que esta investigación basó su argumentación teórica con respecto a la satisfacción y sus subcaracterísticas, en el estándar ISO 25010, los conceptos allí propuestos son muy generales, por esta razón se realizó un proceso de contextualización dirigido hacia APV, lo que deja de manifiesto la importancia que tiene el contexto de uso dentro del entorno en donde se presente la interacción, al tener una relación directa con lo que los usuarios perciben como satisfactorio, ya que lo satisfactorio en un contexto de uso puede no serlo en otros.
- Considerando que no existe un proceso o metodología formal que permita adecuar los métodos de evaluación de la satisfacción de uso desde un enfoque hedónico, este proyecto deja como enseñanza que es posible lograrlo a partir de una profunda investigación donde se examinen cuidadosamente los aspectos particulares que le corresponden al sistema que se desea evaluar, los cuales después deben ser comparados con las particularidades que ofrecen los métodos de evaluación seleccionados para establecer posibles relaciones que permitan determinar la viabilidad de la adecuación, y seguidamente incluir los elementos necesarios para obtener como resultado una efectiva herramienta de evaluación.
- Debido a que el método propuesto arroja datos cuantitativos es posible realizar el tratamiento de estos datos aplicando técnicas estadísticas avanzadas que den mayor soporte a la interpretación de los resultados. Cabe resaltar que esto dependería del objetivo del caso de estudio.

5.2 Limitaciones

- El método propuesto en esta investigación, es un método de evaluación enfocado específicamente hacia APV, lo que en la actualidad de la región puede significar una limitante en cuanto su rango de aplicación. No obstante, el desarrollo de investigaciones en este campo, lo que busca es motivar a implementar este tipo de tecnología a nivel educativo y que respondan asertivamente a las necesidades de los usuarios.
- Es posible que surja la necesidad de usar herramientas como la que se propone en este proyecto, para aplicarlas a otros tipos de agentes, debido a la

segmentación existente en cuanto a los tipos de agentes. Pero cabe aclarar que esta herramienta fue concebida para APV, lo cual significa que intentar usarla sobre otro tipo de agente, podría implicar un nuevo proceso de adecuación, pero puede emerger como el punto de partida para instrumentos de esta naturaleza.

5.3 Lecciones aprendidas y problemas enfrentados

- Como consecuencia de los múltiples estudios sobre agentes software, se obtienen una gran cantidad de características que deben poseer este tipo de sistemas, lo que conlleva un problema al momento de establecer un filtro que permita identificar las características más relevantes o más convenientes de acuerdo al enfoque de la investigación que se pretende desarrollar.
- Validar los resultados de una investigación a través de un estudio de caso requiere de un diseño muy detallado y de un análisis a priori de los posibles inconvenientes que pueden surgir al momento de ponerlo en práctica, para de esta manera poder generar estrategias que permitan mitigarlos proactivamente.
- El proceso de desarrollo de este proyecto deja de manifiesto que es conveniente, beneficioso y efectivo optar por caminos diferentes al de únicamente adquirir conocimientos a partir de la literatura generada y publicada, por ejemplo, uno de los caminos que se puede tomar en el mundo de la investigación, es una comunicación directa con investigadores en el área, que permita alcanzar objetivos investigativos a través de la de retroalimentación.
- El alto componente investigativo de este tipo de proyectos, puede ocasionar que el proceso de desarrollo se ejecute en gran medida de manera empírica, lo que ocasiona que en el transcurso se presenten situaciones desorientadoras que amenazan el cumplimiento exitoso de los objetivos previstos, lo anterior revela la necesidad de contemplar el desarrollo de un análisis de riesgos y un plan de contingencia, por lo tanto, es conveniente apoyarse en otros procesos de investigación y metodologías propuestas que contribuyan a mitigar dichas amenazas.

5.4 Trabajo futuro

Luego de dar cumplimiento con los objetivos propuestos para el desarrollo de la presente investigación, se han analizado algunos puntos que pueden ser tenidos en cuenta para trabajo futuro a corto y mediano plazo, entre ellos se incluye:

- Tratar de acotar el número de preguntas del cuestionario para mitigar el esfuerzo en el momento de tramitarlo.
- Tratar de sintetizar la cantidad de opciones de respuesta emocional para disminuir el esfuerzo que deben aplicar los participantes al momento de responder cada pregunta.
- Es oportuno intentar validar el conjunto de emociones utilizadas como opciones de respuesta dentro del método de evaluación propuesto, con el fin de determinar si es un conjunto apropiado, o es necesario realizar ajustes, es decir, incluir o excluir alguna(s).
- Realizar un estudio exhaustivo que permita ampliar las necesidades identificadas de los aprendices, analizándolos de manera independiente. Con el fin de generar algunas directrices que permitan guiar de manera más clara el proceso que se debe seguir para aplicar el DCA.
- Durante el proceso de conceptualización de agentes que se llevó a cabo en este proyecto, se identificaron algunas taxonomías que aunque presentan similitudes, también dejan entrever algunas diferencias, por lo tanto sería beneficioso desarrollar estudios que permitan obtener una taxonomía estándar que contribuya a mitigar el sesgo conceptual que afecta directamente a la consecución de nuevo conocimiento en este campo.
- Se propone realizar un estudio que formalice una serie de lineamientos necesarios para el diseño e implementación de APV, los cuales permitan la creación de agentes correctamente concebidos.
- Realizar un estudio que permita establecer unos rangos oficiales para interpretar los resultados cuantitativos del método propuesto y así poder determinar de manera más formal cuando un APV satisface o no a sus usuarios.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. Cabero, J. Salinas, A. Duarte, and J. Domingo, "Nuevas tecnologías aplicadas a la educación," *Madrid, Síntesis*, 2000.
- [2] H. Elbeh and S. Biundo-Stephan, "A Personalized Emotional Intelligent Tutoring System Based on AI Planning," *Universität Ulm. Fakultät für Ingenieurwissenschaften und Informatik*, 2012.
- [3] G. Villareal Farah, "Agentes Inteligentes en educación," *Edutec Rev. electrónica Technol. Educ.*, no. 16, p. 4, 2003.
- [4] Y. Lau and W. Wang, "Development and evaluation of a learner-centered training course on communication skills for baccalaureate nursing students," *Nurse Educ. Today*, vol. 33, no. 12, pp. 1617–1623, 2013.
- [5] D. A. Norman, *Emotional design: Why we love (or hate) everyday things*. Basic books, 2007.
- [6] G. Cockton, "Putting Value into E-valuation," in *Maturing Usability*, Springer, 2008, pp. 287–317.
- [7] E. Mor, M. G. Domingo, and M. Galofré, "Diseño Centrado en el Usuario en Entornos Virtuales de Aprendizaje, de la Usabilidad a la Experiencia del Estudiante.," in *SPDECE*, 2007.
- [8] P.-C. Sun, R. J. Tsai, G. Finger, Y.-Y. Chen, and D. Yeh, "What drives a successful e-Learning? An empirical investigation of the critical factors influencing learner satisfaction," *Comput. Educ.*, vol. 50, no. 4, pp. 1183–1202, 2008.
- [9] D. A. Norman, *La psicología de los objetos cotidianos*, vol. 6. Editorial Nerea, 1998.
- [10] J. Rodríguez, "Interacción humano-computador en escenarios educativos y artísticos. Kinect como propuesta viable," *ELEMENTOS*, vol. 3, no. 3, 2013.
- [11] S. Heidig and G. Clarebout, "Do pedagogical agents make a difference to student motivation and learning?," *Educ. Res.*, p. 28, 2010.
- [12] E. André, T. Rist, and J. Muller, "Employing AI methods to control the behavior of animated interface agents," *Appl. Artif. Intell.*, vol. 13, no. 4–5, pp. 415–448, 1999.

- [13] I. Kafure Muñoz, “Usabilidad y diseño emocional en la gestión de la información,” 2009.
- [14] B. Troncoso Pantoja and A. de A. Jiménez, “Agentes Pedagógicos Virtuales Inteligentes,” 2004. [Online]. Available: <http://is.ls.fi.upm.es/doctorado/Trabajos20032004/Troncoso.pdf>. [Accessed: 24-Mar-2013].
- [15] M. Muller, “Multiple paradigms in affective computing,” *Interact. Comput.*, vol. 16, no. 4, pp. 759–768, 2004.
- [16] R. J. Dolan, “Emotion, cognition, and behavior.,” *Science*, vol. 298, pp. 1191–1194, 2002.
- [17] H. Järvenoja and S. Järvelä, “How students describe the sources of their emotional and motivational experiences during the learning process: A qualitative approach,” *Learn. Instr.*, vol. 15, pp. 465–480, 2005.
- [18] M. Nummenmaa and L. Nummenmaa, “University students’ emotions, interest and activities in a web-based learning environment.,” *Br. J. Educ. Psychol.*, vol. 78, pp. 163–178, 2008.
- [19] L. Masip Ardévol, “User experience methodology for the design and evaluation of interactive systems,” Universitat de Lleida, 2013.
- [20] M. Hassenzahl and N. Tractinsky, “User experience-a research agenda,” *Behav. & Inf. Technol.*, vol. 25, no. 2, pp. 91–97, 2006.
- [21] P. Morville, “Experience design unplugged,” in *ACM SIGGRAPH 2005 Web program*, 2005, p. 10.
- [22] International Organization For Standardization, “ISO 9241-210:2010 - Ergonomics of human system interaction -- Part 210: Human-centred design for interactive systems,” *International Standard ISO 9241*. p. 32, 2010.
- [23] E. L.-C. Law, V. Roto, M. Hassenzahl, A. P. O. S. Vermeeren, and J. Kort, “Understanding, scoping and defining user experience: a survey approach,” in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2009, pp. 719–728.
- [24] Nielsen Norman Group, “The Definition of User Experience (UX).” .

- [25] P. M. A. Desmet and P. Hekkert, "Framework of product experience," *Int. J. Des.*, vol. 1, no. 1, pp. 57–66, 2007.
- [26] D. Sward and G. Macarthur, "Making user experience a business strategy," in *E. Law et al.(eds.), Proceedings of the Workshop on Towards a UX Manifesto*, 2007, vol. 3, pp. 35–40.
- [27] UXnet Group, "User Experience Network." .
- [28] L. Alben, "Quality of experience: defining the criteria for effective interaction design," *interactions*, vol. 3, pp. 11–15, 1996.
- [29] J. L. González, R. García, J. M. Brunetti, R. Gil, and J. M. Gimeno, "SWET-QUM: A Quality in Use Extension Model for Semantic Web Exploration Tools," in *Proceedings of the 13th International Conference on Interacción Persona-Ordenador*, 2012, pp. 15:1–15:8.
- [30] International Organization For Standardization, "ISO/IEC 25010:2011 - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) -- System and software quality models," *International Standard ISO/IEC 25010 (2011)*, vol. 2, pp. 1–25, 2011.
- [31] E. Soloway, M. Guzdial, and K. E. Hay, "Learner-centered design: The challenge for HCI in the 21st century," *interactions*, vol. 1, no. 2, pp. 36–48, 1994.
- [32] J. Good and J. Robertson, "CARSS: A Framework for Learner-Centred Design with Children," *Int. J. Artif. Intell. Ed.*, vol. 16, no. 4, pp. 381–413, 2006.
- [33] C. Quintana, J. Krajcik, E. Soloway, L.-C. D. I. B. Fishman, and S. O'Connor-Divelbiss, "Exploring a structured definition for learner-centered design," in *Fourth international conference of the learning sciences*, 2013, pp. 256–263.
- [34] D. S. Shawon, "A Comparative Study on Evaluation of methods in Capturing Emotion : What do we learn in capturing emotion with different methods?," Umeå University, Department of Informatics, 2011.
- [35] K. R. Scherer, "What are emotions? And how can they be measured?," *Soc. Sci. Inf.*, vol. 44, no. 4, pp. 695–729, 2005.
- [36] D. Güiza Caicedo and M. Van Beuzekom, "'How do you feel?' an assessment of existing tools for the measurement of emotions and their application in consumer products research," 2006.

- [37] P. M. A. Desmet, "Measuring Emotions: Development and application of an instrument to measure emotional responses to products," in *Funology*, vol. 7, 2005.
- [38] P. Desmet, S. Tax, and K. Overbeeke, "Designing Products with Added Emotional Value: Development and Application of an Approach for Research Through Design," *The Design Journal*, vol. 4. pp. 32–47, 2001.
- [39] D. Sander, D. Grandjean, and K. R. Scherer, "A systems approach to appraisal mechanisms in emotion," *Neural Netw.*, vol. 18, pp. 317–352, 2005.
- [40] J. Klein, Y. Moon, and R. W. Picard, "This computer responds to user frustration," in *CHI'99 extended abstracts on Human factors in computing systems*, 1999, pp. 242–243.
- [41] J. Klein, R. Fernandez, J. Scheirer, and R. W. Picard, "Frustrating the user on purpose: a step toward building an affective computer," *Interacting with Computers*, vol. 14. pp. 93–118, 2002.
- [42] V. Tran and K. R. Scherer, "The Influence of Emotions on Decision-Making Processes in Management Teams," *Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation*, vol. Doktor. p. 368, 2004.
- [43] A. Beck, B. Stevens, and K. Bard, "Comparing perception of affective body movements displayed by actors and animated characters," in *Proceedings of the Symposium on Mental States, Emotions, and their Embodiment*, 2009.
- [44] M. M. Bradley and P. J. Lang, "Measuring emotion: the Self-Assessment Manikin and the Semantic Differential.," *J. Behav. Ther. Exp. Psychiatry*, vol. 25, pp. 49–59, 1994.
- [45] P. J. Lang, M. M. Bradley, and B. N. Cuthbert, *International affective picture system (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual*. 2008, p. Technical Report A–8.
- [46] M. Vergara and S. Mondragón, "Ingeniería Kansei: una potente metodología aplicada al diseño emocional," *Faz*, 2008, N. 2, pp. 49–56, 2008.
- [47] J. A. León, "Metodología para la detección de requerimientos subjetivos en el diseño de producto," Tesis doctoral, Universitat Politècnica de Catalunya. España, 2005.

- [48] J. C. Lester, S. A. Converse, S. E. Kahler, S. T. Barlow, B. A. Stone, and R. S. Bhogal, "The persona effect: affective impact of animated pedagogical agents," in *Proceedings of the ACM SIGCHI Conference on Human factors in computing systems*, 1997, pp. 359–366.
- [49] I. Fleischer, C. Polzer, N. Sträßling, T. Witschel, and N. Krämer, "Der Einfluss des Erscheinungsbildes pädagogischer Agenten in computerbasierten Lernprogrammen auf die Motivation des Lerners und den Lernerfolg." 2008.
- [50] G. Veletsianos, "Contextually relevant pedagogical agents: Visual appearance, stereotypes, and first impressions and their impact on learning," *Comput. Educ.*, vol. 55, no. 2, pp. 576–585, 2010.
- [51] M. Angel, "Diseño de Agentes Pedagógicos a partir de los estilos de aprendizaje; una perspectiva a través del color," 2010.
- [52] M. Mora-Torres, A. L. Laureano-Cruces, and P. Velasco-Santos, "Estructura de las emociones dentro de un proceso de enseñanza-aprendizaje," *Perfiles Educ.*, vol. 33, no. 131, pp. 64–79, 2011.
- [53] A. Ortony, G. L. Clore, and A. Collins, *La estructura cognitiva de las emociones*. Siglo XXI de España Editores, 1996.
- [54] A. L. Laureano Cruces, A. Terán Gilmore, and F. de Arriaga, "A learning model based on a didactic cognitive approach: The case of single-degree-of-freedom systems," *Comput. Appl. Eng. Educ.*, vol. 12, no. 3, pp. 152–164, 2004.
- [55] A. L. Laureano-Cruces, J. Ramírez-Rodríguez, M. Mora-Torres, F. De Arriaga, and R. Escarela-Perez, "Cognitive-operative model of intelligent learning systems behavior," *Interact. Learn. Environ.*, vol. 18, no. 1, pp. 11–38, 2010.
- [56] K. Väänänen-Vainio-Mattila, V. Roto, and M. Hassenzahl, "Towards Practical User Experience Evaluation Methods," in *5th COST294-MAUSE Open Workshop on Valid Useful User Experience Measurement - VUUM*, 2008, pp. 1–4.
- [57] S. Franklin and A. Graesser, "Is it an Agent, or just a Program?: A Taxonomy for Autonomous Agents," in *Intelligent agents III agent theories, architectures, and languages*, Springer, 1997, pp. 21–35.
- [58] F. J. Pino, F. García, and M. Piattini, "Software process improvement in small and medium software enterprises: a systematic review," *Softw. Qual. J.*, vol. 16, no. 2, pp. 237–261, 2008.

- [59] G.-D. Chen, J.-H. Lee, C.-Y. Wang, P.-Y. Chao, L.-Y. Li, and T.-Y. Lee, "An Empathic Avatar in a Computer-Aided Learning Program to Encourage and Persuade Learners.," *J. Educ. Technol. & Soc.*, vol. 15, no. 2, 2012.
- [60] J. de Man, A. Heuvelink, and K. van den Bosch, "A cognitive model for social role compliant behavior of virtual agents," in *Intelligent Virtual Agents*, 2012, pp. 303–310.
- [61] S. Lin and L. Zhigang, "A path planning algorithm for intelligent virtual agent," in *Electrical & Electronics Engineering (EEESYM), 2012 IEEE Symposium on*, 2012, pp. 581–584.
- [62] F. Unal-Colak and O. Ozan, "The effects of animated agents on students' achievement and attitudes.," *Turkish Online J. Distance Educ.*, vol. 13, no. 2, 2012.
- [63] N. C. Krämer, L. Hoffmann, and S. Kopp, "Know Your Users! Empirical Results for Tailoring an Agent's Nonverbal Behavior to Different User Groups," in *Intelligent virtual agents*, 2010, pp. 468–474.
- [64] E. Bevacqua, S. Pammi, S. J. Hyniewska, M. Schröder, and C. Pelachaud, "Multimodal backchannels for embodied conversational agents," in *Intelligent Virtual Agents*, 2010, pp. 194–200.
- [65] R. B. Rosenberg-Kima, E. A. Plant, C. E. Doerr, and A. L. Baylor, "The Influence of Computer-based Model's Race and Gender on Female Students' Attitudes and Beliefs Towards Engineering," *J. Eng. Educ.*, vol. 99, no. 1, pp. 35–44, 2010.
- [66] J. Robison, J. Rowe, S. McQuiggan, and J. Lester, "Predicting user psychological characteristics from interactions with empathetic virtual agents," in *Intelligent Virtual Agents*, 2009, pp. 330–336.
- [67] M. McRorie, I. Sneddon, E. de Sevin, E. Bevacqua, and C. Pelachaud, "A model of personality and emotional traits," in *Intelligent virtual agents*, 2009, pp. 27–33.
- [68] H. L. Woo, "Designing multimedia learning environments using animated pedagogical agents: factors and issues," *J. Comput. Assist. Learn.*, vol. 25, no. 3, pp. 203–218, 2009.

- [69] A. L. Baylor and S. Kim, "Designing nonverbal communication for pedagogical agents: When less is more," *Comput. Human Behav.*, vol. 25, no. 2, pp. 450–457, 2009.
- [70] Z. Liu, "A personality based emotion model for intelligent virtual agents," in *Natural Computation, 2008. ICNC'08. Fourth International Conference on*, 2008, vol. 6, pp. 13–16.
- [71] A. Arnellos, S. Vosinakis, G. Anastasakis, and J. Darzentas, "Autonomy in virtual agents: integrating perception and action on functionally grounded representations," in *Artificial Intelligence: Theories, Models and Applications*, Springer, 2008, pp. 51–63.
- [72] S. Read, L. Miller, A. Kostygina, G. Chopra, J. L. Christensen, C. Corsbie-Massay, W. Zachary, J.-C. LeMentec, V. Iordanov, and A. Rosoff, "The Personality-Enabled Architecture for Cognition (PAC)," in *Affective Computing and Intelligent Interaction*, Springer, 2007, pp. 735–736.
- [73] A. Cousseau and F. Le Pichon, "Impact of the Agent's Localization in Human-Computer Conversational Interaction," in *Intelligent Virtual Agents*, 2008, pp. 481–483.
- [74] E. Bevacqua, M. Mancini, and C. Pelachaud, "A listening agent exhibiting variable behaviour," in *Intelligent Virtual Agents*, 2008, pp. 262–269.
- [75] A. L. Baylor, "Preliminary design guidelines for pedagogical agent interface image," in *Proceedings of the 10th international conference on Intelligent user interfaces*, 2005, pp. 249–250.
- [76] P. Herrero, C. Greenhalgh, and A. de Antonio, "Modelling the sensory abilities of intelligent virtual agents," *Auton. Agent. Multi. Agent. Syst.*, vol. 11, no. 3, pp. 361–385, 2005.
- [77] S. D. Craig, B. Gholson, and D. M. Driscoll, "Animated pedagogical agents in multimedia educational environments: Effects of agent properties, picture features and redundancy.," *J. Educ. Psychol.*, vol. 94, no. 2, p. 428, 2002.
- [78] A. Guye-Vuilleme and D. Thalmann, "A high-level architecture for believable social agents," *Virtual Real.*, vol. 5, no. 2, pp. 95–106, 2000.
- [79] B. A. Stone and J. C. Lester, "Dynamically sequencing an animated pedagogical agent," in *AAAI/IAAI, Vol. 1*, 1996, pp. 424–431.

- [80] T. G. da Silva and G. Bernardi, “Cal: um Agente Pedagógico Animado para Apoio em um Objeto de Aprendizagem para o Ensino de Matemática,” in *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, 2009, vol. 1, no. 1.
- [81] J. Faria and I. Cabrita, “Agentes pedagógicos animados em ambientes interactivos de aprendizagem,” 2007.
- [82] M. C. Moraes, M. S. Silveira, and R. Frozza, “Como Projetar Agentes Pedagógicos Animados: um Estudo de Caso com o Agente Dóris,” in *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, 2010, vol. 1, no. 1.
- [83] R. Motola, P. A. Jaques, and M. Axt, “Uma Arquitetura Independente de Domínio e Plataforma para Apresentação de Comportamentos Afetivos dos Agentes Pedagógicos Animados,” *TICAI*, p. 71.
- [84] A. L. Baylor, “The design of motivational agents and avatars,” *Educ. Technol. Res. Dev.*, vol. 59, no. 2, pp. 291–300, 2011.
- [85] M. Haake, “Virtual Pedagogical Agents - Beyond the Constraints of the Computational Approach.” Ergonomics and Aerosol Technology, Dept. of Design Sciences, Lund University, Sweden, 2006.
- [86] N. Kasabov, “Advanced Neuro-Fuzzy Engineering for Building Intelligent Adaptive Information Systems,” in *Fuzzy Systems Design*, vol. 17, L. Reznik, V. Dimitrov, and J. Kacprzyk, Eds. Physica-Verlag HD, 1998, pp. 249–262.
- [87] A. Gulz and M. Haake, “Design of animated pedagogical agents—A look at their look,” *Int. J. Hum. Comput. Stud.*, vol. 64, no. 4, pp. 322–339, 2006.
- [88] N. Bevan, “Los nuevos modelos de la ISO para la calidad y la calidad en uso del software,” in *Calidad del producto y proceso software*, Editorial Ra-Ma, 2010, pp. 55–75.
- [89] M. Hassenzahl, S. Diefenbach, and A. Göritz, “Needs, affect, and interactive products--Facets of user experience,” *Interact. Comput.*, vol. 22, no. 5, pp. 353–362, 2010.
- [90] M. Hassenzahl, “The thing and I: understanding the relationship between user and product,” *Funology From usability to enjoyment*, pp. 31–42, 2005.
- [91] K. M. Sheldon, A. J. Elliot, Y. Kim, and T. Kasser, “What is satisfying about satisfying events? Testing 10 candidate psychological needs.,” *J. Pers. Soc. Psychol.*, vol. 80, no. 2, p. 325, 2001.

- [92] N. Bevan, "Extending the concept of satisfaction in iso standards," in *Proceedings of the KEER 2010 International Conference on Kansei Engineering and Emotion Research*, 2010.
- [93] M. Hassenzahl, "User experience (UX): towards an experiential perspective on product quality," in *Proceedings of the 20th International Conference of the Association Francophone d'Interaction Homme-Machine*, 2008, pp. 11–15.
- [94] F. D. Davis, "Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology," *MIS Q.*, pp. 319–340, 1989.
- [95] P.-A. J. Hsieh and V. Cho, "Comparing e-Learning tools' success: The case of instructor--student interactive vs. self-paced tools," *Comput. & Educ.*, vol. 57, no. 3, pp. 2025–2038, 2011.
- [96] T. Govindasamy, "Successful implementation of e-learning: Pedagogical considerations," *Internet High. Educ.*, vol. 4, no. 3, pp. 287–299, 2001.
- [97] E. M. Van Raaij and J. J. L. Schepers, "The acceptance and use of a virtual learning environment in China," *Comput. & Educ.*, vol. 50, no. 3, pp. 838–852, 2008.
- [98] W. L. Johnson, J. Rickel, R. Stiles, and A. Munro, "Integrating pedagogical agents into virtual environments," *Presence Teleoperators Virtual Environ.*, vol. 7, no. 6, pp. 523–546, 1998.
- [99] J. Davies and M. Graff, "Performance in e-learning: online participation and student grades," *Br. J. Educ. Technol.*, vol. 36, no. 4, pp. 657–663, 2005.
- [100] Y. Kim and A. L. Baylor, "Pedagogical agents as learning companions: The role of agent competency and type of interaction," *Educ. Technol. Res. Dev.*, vol. 54, no. 3, pp. 223–243, 2006.
- [101] J. M. Keller, "First principles of motivation to learn and e3-learning," *Distance Educ.*, vol. 29, no. 2, pp. 175–185, 2008.
- [102] R. V Small, "Motivation in instructional design," *Educ. media Technol. Yearb.*, pp. 89–92, 1999.
- [103] P. W. Jordan, "Pleasure with products: Human factors for body, mind and soul," *Hum. factors Prod. Des. Curr. Pract. Futur. trends*, pp. 206–217, 1999.

- [104] L. F. & B. S. González, “Modelo Gavilán 2.0, una propuesta para el desarrollo de la Competencia para Manejar Información(CMI).” 2007.
- [105] M. A. Herrera, “Consideraciones para el diseño didáctico de ambientes virtuales de aprendizaje: una propuesta basada en las funciones cognitivas del aprendizaje,” *Rev. Iberoam. Educ.*, vol. 38, no. 5, pp. 1–19, 2006.
- [106] P. Brna and R. Cox, “Adding intelligence to a learning environment: learner-centred design?,” *J. Comput. Assist. Learn.*, vol. 14, no. 4, pp. 268–277, 1998.
- [107] D. Squires and J. Preece, “Predicting quality in educational software: Evaluating for learning, usability and the synergy between them,” *Interact. Comput.*, vol. 11, no. 5, pp. 467–483, 1999.
- [108] K. Luchini, C. Quintana, and E. Soloway, “Design guidelines for learner-centered handheld tools,” in *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, 2004, pp. 135–142.
- [109] B. L. Digi3n and M. A. Digi3n, “Marco conceptual de calidad de interfaz para educaci3n virtual,” 2013.
- [110] P. Zaharias, K. Vassilopoulou, and A. Poulymenakou, “Designing affective-oriented e-learning courses: An empirical study exploring quantitative relations between usability attributes and motivation to learn,” in *World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*, 2004, vol. 2004, no. 1, pp. 4422–4432.
- [111] C. Quintana, E. Soloway, and C. Norris, “Learner-centered design: developing software that scaffolds learning,” in *Advanced Learning Technologies, IEEE International Conference on*, 2001, p. 499.
- [112] E. Soloway, S. L. Jackson, J. Klein, C. Quintana, J. Reed, J. Spitulnik, S. J. Stratford, S. Studer, J. Eng, and N. Scala, “Learning theory in practice: case studies of learner-centered design,” in *Computer Human Interaction*, 1996, pp. 189–196.
- [113] R. C. Schank and A. Kass, “A goal-based scenario for high school students,” *Commun. ACM*, vol. 39, no. 4, pp. 28–29, 1996.
- [114] B. McCombs and D. Vakili, “A learner-centered framework for e-learning,” *Teach. Coll. Rec.*, vol. 107, no. 8, pp. 1582–1600, 2005.

- [115] P. Zaharias and A. Poulymenakou, "Implementing learner-centred design: The interplay between usability and instructional design practices," *Interact. Technol. Smart Educ.*, vol. 3, no. 2, pp. 87–100, 2006.
- [116] D. Peters, *Interface Design for Learning: Design Strategies for Learning Experiences*. Pearson Education, 2013.
- [117] W. Albert and T. Tullis, *Measuring the User Experience: Collecting, Analyzing, and Presenting Usability Metrics. Interactive Technologies*. Elsevier Science & Technology, 2008.
- [118] F. Mondragón and W. Ante, "Caracterización de un mecanismo para la evaluación de experiencia de uso en entornos virtuales de aprendizaje soportado en la captura de emociones explícitas de los usuarios," Universidad del Cauca, 2014.
- [119] J. M. Harley, F. Bouchet, and R. Azevedo, "Aligning and Comparing Data on Emotions Experienced during Learning with MetaTutor," in *Artificial Intelligence in Education*, 2013, pp. 61–70.
- [120] International Organization For Standardization, "ISO/IEC TR 9126-4:2004 - Software engineering -- Product quality -- Part 4: Quality in use metrics," *International Standard ISO/IEC 9126*. pp. 1–59, 2004.
- [121] A. Solano, "Propuesta metodológica para la evaluación colaborativa de la usabilidad de aplicaciones de Televisión Digital Interactiva," Universidad del Cauca, 2012.
- [122] P. Runeson and M. Höst, "Guidelines for conducting and reporting case study research in software engineering," *Empir. Softw. Eng.*, vol. 14, no. 2, pp. 131–164, 2009.
- [123] A. Calvo-Fernández Rodríguez, S. Ortega Santamaría, and A. Valls Saez, "Interacción persona-ordenador: métodos de evaluación con usuarios," 2011.
- [124] P. Winkielman and K. C. Berridge, "Unconscious emotion," *Curr. Dir. Psychol. Sci.*, vol. 13, no. 3, pp. 120–123, 2004.
- [125] W. L. Johnson, J. W. Rickel, and J. C. Lester, "Animated pedagogical agents: Face-to-face interaction in interactive learning environments," *Int. J. Artif. Intell. Educ.*, vol. 11, no. 1, pp. 47–78, 2000.

