



Evaluación ecológica mediante Realidad Virtual de las necesidades psicológicas básicas

Ecological assessment through Virtual Reality of basic psychological needs

Georgina Cárdenas-López¹

<https://orcid.org/0000-0003-4569-1944>

Universidad Nacional Autónoma de México

Raúl Durón-Figueroa¹

<https://orcid.org/0000-0002-5520-6706>

Universidad Nacional Autónoma de México

Irene Alice Chicchi Giglioli²

<https://orcid.org/0000-0003-2577-0039>

Universidad Politécnica Valencia, España

Fabiola Reyes¹

<https://orcid.org/0000-0001-5169-9673>

Universidad Nacional Autónoma de México

Lucía A. Carrasco-Ribelles^{2,3,4}

<https://orcid.org/0000-0001-9263-1747>

Fundació Institut Universitari per a la Recerca, España

Mariano Alcañiz Raya²

<https://orcid.org/0000-0001-9207-0636>

Universidad Politécnica Valencia, España

Recibido: 15-01-2022

Aceptado: 29-04-2022

CITA RECOMENDADA

Cárdenas-López, G., Durón-Figueroa, R., Chicchi Giglioli, I., Reyes, F., Carrasco-Ribelles, L. y Alcañiz Raya, M. (2022). Evaluación ecológica mediante Realidad Virtual de las necesidades psicológicas básicas. *Revista Hamut'ay*, 9 (1), 24-35.

<http://dx.doi.org/10.21503/hamu.v9i1.2373>

RESUMEN

Pese a que las técnicas de evaluación psicológica comúnmente utilizadas en lápiz y papel son una estrategia elegida por su adecuada validez, se presentan algunas limitaciones importantes que pueden superarse por los avances recientes en Realidad Virtual (RV), al permitir la evaluación de constructos psicológicos en entornos inmersivos, como una forma de evaluación ecológica. Es así que el propósito de la presente investigación fue determinar la eficacia de una herramienta de realidad virtual

1 Laboratorio de Enseñanza Virtual y Ciberpsicología, Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México. cardenasgeorgina@gmail.com, raulduro7@gmail.com y fabyolart@gmail.com

2 Instituto de Investigación e Innovación en Bioingeniería (i3B), Universidad Politécnica Valencia, Valencia, España. alicechicchi@i3b.upv.es
2,3,4. Fundació Institut Universitari per a la Recerca a l'Atenció Primària de Salut Jordi Gol i Gurina (IDIAPJGol), 08007 Barcelona, España. lucarri@i3b.upv.es.

2 Departament de Teoria del Senyal i Comunicacions, Universitat Politècnica de Catalunya, 08034 Barcelona, España. malcaniz@i3b.upv.es



en la evaluación de cuatro necesidades psicológicas básicas: apego, autoestima, autoeficacia, maximización del placer/minimización del dolor. La muestra la conformaron 61 participantes, quienes fueron expuestos a entornos virtuales centrados en la evaluación conductual de cada uno de estos constructos. Los resultados mostraron una adecuada precisión de los entornos de RV en cuanto al reconocimiento de las necesidades evaluadas. En conclusión, los hallazgos permitieron contar con mayor evidencia en cuanto al uso de la RV como una alternativa válida para la medición de los constructos, se reconocen limitaciones importantes referentes al número limitado de participantes y a la ausencia de población clínica.

Palabras Clave: Realidad virtual, evaluación, necesidades psicológicas, evaluación ecológica, machine learning.

ABSTRACT

Despite the fact that psychological assessment techniques commonly used in pencil and paper are a strategy chosen due to their adequate validity, there are some important limitations that can be overcome by recent advances in Virtual Reality (VR), allowing the assessment of psychological constructs in immersive environments, as a type of ecological assessment. Thus, the purpose of the present study was to determine the efficacy of a virtual reality tool in the assessment of four basic psychological needs: attachment, self-esteem, self-efficacy, pleasure maximization/pain minimization. The sample consisted of 61 participants, who were exposed to virtual environments focused on the behavioral assessment of each of these constructs. The results showed adequate accuracy of the VR environments in terms of recognition of the assessed psychological needs. In conclusion, the findings provided further evidence for the use of VR as a valid alternative for the measurement of the constructs, although important limitations are recognized regarding the limited number of participants and the absence of a clinical population.

Keywords: Virtual reality, evaluation, psychological needs, stealth assessment, machine learning

INTRODUCCIÓN

Los enfoques tradicionales de evaluación conductual y neuropsicológica incluyen aproximaciones cualitativas como entrevistas estructuradas y semi-estructuradas, y cuantitativas como inventarios de autoinforme en formato lápiz y papel. Aunque son confiables y validas, dichas herramientas tienen limitaciones que pueden derivar en sesgos importantes (Chicchi-Giglioli et al., 2021). Si bien, las herramientas cuantitativas evalúan constructos mediante métodos objetivos desde situaciones hipotéticas, en muchas ocasiones estas no corresponden a la realidad y no evocan otro tipo de respuestas (por ejemplo, motoras, psicológicas o neurológicas).

En la literatura se ha descrito que los métodos de evaluación tradicionales (lápiz y papel) están restringidos en cuanto a la validez ecológica, debido a algunos problemas sobre la similitud del constructo con lo que ocurre en el mundo real (Ravitz et al., 2010). En este sentido, es necesario señalar que la mayor parte de los constructos teóricos evaluados a través de métodos de medición comunes, parten del supuesto de que el ser humano es capaz de identificar y verbalizar tanto los procesos emocionales como los actitudinales y los conductuales asociados a ellos (Simon, 1976) por esta razón las herramientas de evaluación más usadas son las entrevistas y los cuestionarios de auto-reporte (Alcañiz et al., 2018). No obstante, investigaciones recientes en neurociencias, han

arrojado que los procesos cerebrales reguladores de los diferentes componentes existentes en los constructos psicológicos no son explícitos para los seres humanos, es decir, son inconscientes y, por tanto, no verbales (Becker et al., 2011). Lo anterior evidencia la necesidad de sistemas de evaluación más sofisticados, capaces de recolectar información precisa y en tiempo real acerca de los componentes conductuales implícitos y explícitos que conforman el constructo en medición.

Es así que existe un creciente interés en las evaluaciones que fomentan la comprensión de las formas en que los pacientes interactúan con su entorno y organizan sus actividades diarias (Chan et al., 2008; Chaytor et al., 2006); contexto en el que se encuentran las pruebas computarizadas como parte de la rutina del proceso de evaluación; en el que se exploran los beneficios potenciales de incorporar en la evaluación neuropsicológica de pacientes con diversas condiciones clínicas; en el que los sistemas basados en tecnología de Realidad Virtual (RV) buscan una mayor precisión en la administración de los estímulos perceptivos de manera dinámica (Rabin et al., 2014). Los entornos de RV ofrecen interfaces informáticas avanzadas en las cuales los pacientes son evaluados al sumergirse en simulaciones sobre actividades cotidianas mediadas por un computador (Parsons, 2015; Parsons et al., 2017), para de esta manera generar evaluaciones neuropsicológicas ecológicamente validadas (Parsons, 2016). Sin embargo, son pocas las evaluaciones basadas en tabletas iPad y Android, en las que se han validado los datos mediante comparaciones con medidas tradicionales (por ej., Rao et al., 2017).

Como contribución a esta vertiente de medición y evaluación basada en RV, el presente estudio evalúa el uso de entornos virtuales para la evaluación de constructos psicológicos basados en el modelo teórico de Grawe (2007), mismo que intenta explicar la etiología de los trastornos mentales. El modelo basado en la neuropsicoterapia, propone que los procesos mentales se basan en patrones neuronales específicos, por lo tanto, las disfunciones en dichos patrones derivan en alteraciones mentales. Uno de sus supuestos principales es el de la consistencia, el cual propone que existen cuatro necesidades psicológicas básicas relaciona-

das entre sí, el apego, la autoestima, la autoeficacia, la maximización del placer/minimización del dolor. Es así que los seres humanos buscan satisfacer continuamente estas necesidades, en forma consistente cuando existe un equilibrio entre ellas; o inconsistente si no se satisfacen, llegando a darse una psicopatología (Berking et al., 2003; Grawe, 2007). Asimismo, se plantea que el funcionamiento mental es producto de la interacción entre objetivos y esquemas motivacionales y, por otro lado, que el ser humano se encuentra en una búsqueda continua de satisfacer estas necesidades a lo largo de su vida (Grawe, 2004; Grawe, 2007).

Considerando las limitaciones que se tienen en los métodos de evaluación tradicional y los antecedentes mencionados sobre la evaluación computarizada, la RV resulta ser una alternativa útil para mejorar los métodos de evaluación psicológica, al simular experiencias reales que evocan altos niveles de presencia y que generan una percepción más realista en situaciones concretas, además, de facilitar la recolección de información en tiempo real referente al comportamiento humano (Parsons, 2015; Slater et al., 2009). Con la RV se crea una sensación de presencia donde los sujetos ven sus comportamientos como reales, como si pensarán, actuarán y se comunicarán en su vida real. De tal manera que las actitudes y creencias asociadas a una variable psicológica se pueden transferir en forma espontánea e inconsciente de la vida real a los entornos virtuales y viceversa; situación que genera circunstancias de alta validez ecológica con mayor control experimental en cuanto a la presentación de estímulos y el registro de respuestas conductuales (Alcañiz et al., 2019; Slater, 2009).

Con base en lo anterior, la evaluación virtual sigilosa o encubierta iniciada en el ámbito educativo (Shute, 2011), se ha propuesto recientemente como una estrategia de medición clínica que emplea las ventajas de la RV en la generación de contextos de evaluación ecológicamente válidos, donde se evocan experiencias realistas y respuestas humanas medibles que pueden ser recolectadas de manera latente mientras el individuo las ejecuta (Chicchi-Giglioli et al., 2017). En términos metodológicos, una de las ventajas destacables de este tipo de medición es la posibilidad de mantener el control experimental en la presentación

del estímulo y la recolección de los parámetros correspondientes a las conductas que desean medirse, a diferencia de otras formas de evaluación encubierta como la recolección de señales psicofisiológicas o el monitoreo de la actividad cerebral (Alcañiz et al., 2018).

En lo referente a la evaluación de los modelos de apego, como uno de los principales constructos que plantea el modelo de Grawe, se han realizado algunos estudios utilizando la RV como herramienta de evaluación. De manera general, en dichos estudios se ha encontrado que el uso de esta tecnología muestra resultados significativos consistentes con estudios previos en los que se han utilizado métodos de evaluación tradicionales, así como correlaciones significativas entre medidas conductuales y acciones interactivas, lo que sugiere que se pueden introducir medidas conductuales para evaluar el apego al complementarse modelos tecnológicos y tradicionales (Chicci-Giglioli, et al., 2017; Symons et al., 2015).

Al considerar las distintas limitaciones de la evaluación psicológica tradicional, las ventajas de la RV, y los escasos estudios realizados sobre la evaluación del modelo de necesidades psicológicas básicas de Grawe (2004), el presente estudio se deriva del proyecto ATHENEA (Advanced Therapeutic Tools for Mental hEAlth) desarrollado por el LabLeni de la Universidad Politécnica de Valencia; en el cual se diseñaron cuatro entornos virtuales centrados en cada una de las necesidades descritas, con el objetivo de evaluarlas conductualmente a través de las interacciones de los participantes. ATHENEA tiene el propósito realizar una validación multicultural; para tal fin, diversos experimentos se han desarrollado en países occidentales como Italia y España.

En el presente trabajo se describen los resultados obtenidos con población mexicana derivados de la validación de los entornos virtuales que conforman el sistema ATHENEA como herramientas de medición de las necesidades psicológicas básicas. Por tanto, se buscó determinar la capacidad del entorno virtual en el reconocimiento de las cuatro necesidades básicas que conforman el modelo (apego, autoestima, autoeficacia y maximización del placer/minimización del dolor) mediante

la interacción del usuario con los entornos virtuales. Se espera que los resultados permitan el desarrollo de alternativas de evaluación e intervención más eficientes basadas en RV que logren cubrir las principales limitaciones de las tradicionales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Participantes

En el estudio participaron 61 personas con una media de edad de 35.6 ($DE=10.03$), 29 hombres y 31 mujeres. Los criterios de inclusión considerados fueron: (1) ser mayor de edad y (2) no presentar algún deterioro cognitivo significativo. Mientras que los criterios de exclusión fueron: (1) padecer alguna limitación física que impidiera un adecuado desplazamiento por la sala experimental o bien que dificultara permanecer de pie por más de una hora, (2) consumo de sustancias psicoactivas, (3) síntomas de vértigo o de cibermareo (*cybersickness*), (4) presencia de algún trastorno mental grave y (5) estar recibiendo algún tratamiento psicofarmacológico. Los participantes fueron reclutados por medios de difusión universitarios y medios de comunicación en línea como redes sociales. Antes de iniciar el estudio, los participantes recibieron información acerca del mismo y se les solicitó firmar el consentimiento informado, a su vez, el proyecto fue aprobado por el comité ético de la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Instrumentos

Cuestionario de Apego Adulto (Bartholomew & Horowitz, 1991). Es una escala autoaplicada compuesta por 40 reactivos cuya respuesta se da en una escala tipo Likert de cuatro puntos que iba de 1 (*muy en desacuerdo*) a 6 (*totalmente de acuerdo*) que evalúan cuatro factores: a) baja autoestima, necesidad de aprobación y miedo al rechazo, b) resolución de conflictos hostiles, rencor y posesividad, c) afecto seguro o expresión de sentimientos y comodidad con la relación y d) autosuficiencia emocional e incomodidad con la intimidad. La adaptación al español (Melero & Cantero, 2008) presenta consistencias internas de los cuatro factores de $\alpha = .86, .80, .77$ y $.68$.

Cuestionario de Relaciones (RQ; Bartholomew & Horowitz, 1991). Evalúa los distintos estilos de apego mediante cuatro párrafos, donde los participantes indican cual de estos describe mejor su relación con los demás.

Escala de Autoestima de Rosenberg (Rosenberg, 1965). Se compone por 10 reactivos que evalúan el constructo de autoestima general en una escala Likert de 4 puntos que van de 1 (*totalmente en desacuerdo*) a 4 (*totalmente de acuerdo*). Cabe destacar que el instrumento cuenta con una consistencia interna elevada (.93).

Escala General de Autoeficacia (Shwarzer & Jerusalem, 2010). Está compuesta por 10 preguntas en una escala tipo Likert con 10 puntos que miden la autopercepción positiva para afrontar situaciones complicadas. La consistencia interna del instrumento va de .76 a .90.

Escala de Activación e Inhibición Conductual (Carver & White, 1994). Es un cuestionario compuesto por 24 reactivos con cuatro opciones de respuesta que van de 1 (*muy verdadero*) a 4 (*muy falso*). En cuanto a las propiedades psicométricas, las subescalas presentan índices de consistencia interna de .74, .76, .73 y .66 respectivamente.

Escala Multidimensional de Estilos de Afrontamiento Abreviada (Brief COPE; Carver, 1997). Se compone de 28 reactivos distribuidos en 14 sub-escalas de 2 ítems cada una. Las alternativas de respuesta son cuatro las cuales van desde 0= *nunca hago esto* hasta 3= *siempre hago esto*. Las distintas dimensiones de la escala presentan índices de consistencia interna que van de .54 a .90.

Escala de Locus de Control (Rotter, 1966). Es un cuestionario compuesto por 29 reactivos para evaluar si existe locus de control interno o externo. El instrumento cuenta con un índice de consistencia interna de .65.

Escala de Dificultades en Regulación Emocional (DERS; Gratz & Roemer, 2004). Consta de 36 ítems puntuados a través de cinco opciones de respuesta que van de 1 (casi nunca) a 5 (casi siempre). La versión en español (Hervás & Jódar, 2008) presenta índices de consistencia interna de .93.

Escala de Expresividad Emocional (EES; Kring et

al., 1994). Se compone de 17 preguntas puntuadas con una escala Likert con cinco opciones de respuesta las cuales evalúan cómo las personas expresan sus emociones. La versión en español (Piemontesi, 2012) presenta un índice de consistencia interna de .94.

Cuestionario de Ambivalencia en la Expresividad Emocional (AEQ; King & Emmons, 1990). Es un instrumento compuesto por 28 reactivos dividido en dos subescalas que evalúan la ambivalencia derivada de emociones positivas y negativas. En cuanto a las propiedades psicométricas, el instrumento cuenta con un índice de consistencia interna de .89.

Cuestionario de Apoyo Social (Broadhead et al., 1988; versión al español de Bellón et al., 1994). Compuesto por 11 reactivos con cinco opciones de respuesta que evalúan la percepción de apoyo social en las personas.

Equipo y Entornos Virtuales

El sistema ATHENEA se ejecutó en una PC con Windows 10. La interacción con los entornos virtuales se realizó a través del HMD y los Controles de HTC Vive Pro (HTC Corporation).

En cuanto a los entornos virtuales, el equipo de la Universidad Politécnica de Valencia desarrolló cuatro dependientes entre sí; cada uno de ellos evalúa las 4 necesidades básicas propuestas por Grawe. Estos entornos facilitan la navegación, la resolución de tareas y la interacción con personajes predeterminados. El usuario comienza en un transbordador que forma parte de una nave espacial. El objetivo de los tripulantes es encontrar un nuevo planeta para el hábitat de los humanos. El usuario está a cargo de la nave espacial y tiene que nombrar a un miembro de la tripulación para tareas específicas, mientras resuelve problemas eventuales que se van presentando durante la misión, los que en su mayoría requieren de procesos cognitivos (atención, memoria, funciones ejecutivas). Todos los miembros del equipo tienen rasgos específicos de personalidad e interactúan utilizando voces pregrabadas con el usuario.

De manera más específica, el entorno consiste en

10 situaciones que incluyen tres episodios de pérdida, cuatro episodios de soledad, cuatro episodios de amenaza y dos de sospechas, todos ellos se utilizan para evaluar la necesidad de apego.

La necesidad de autoestima se midió a través del sistema *emosynthesis* el cual recogía información acerca del estado emocional del participante y de su percepción sobre el estado de ánimo de sus compañeros. Al finalizar cada situación, el participante evaluaba cómo se sentía y cómo creía que se sentía cada miembro de la tripulación.

La autoeficacia se midió a través de tres situaciones que involucraba doce juegos cada una. Al final de cada situación, se solicitaba al usuario una evaluación tanto de la percepción de su eficacia durante la ejecución de los juegos como de la de los demás miembros del equipo.

Para evaluar la necesidad de maximización del placer/minimización del dolor se diseñaron doce episodios de afrontamiento de situaciones tanto agradables como desagradables.

Procedimiento

La difusión del estudio se llevó a cabo en formato digital y tradicional. Los participantes interesados podían comunicarse ya sea vía telefónica o mediante correos electrónicos con los colaboradores del estudio para, más adelante, realizar una entrevista telefónica y así verificar los criterios establecidos para la participación. En la primera sesión experimental se aplicaba el Mini-Mental, si el participante obtenía un puntaje mayor o igual a 24, entonces se le pedía firmar un consentimiento informado. Posteriormente, se les hacía llegar una batería de pruebas psicológicas que evaluaban las cuatro necesidades psicológicas básicas planteadas en el modelo de Grawe. Después de esto, se daba comienzo a la interacción con el sistema ATHENEA. Cabe mencionar que cada una de las 5 sesiones tenía una duración de una hora excepto la tercera que requirió de 90 minutos, en esta se hacía un descanso de 15 minutos a los 45 de haber comenzado la sesión.

Los pasos llevados a cabo en cada una de las sesiones experimentales se detallan a continuación: en

primer lugar, se pedía al usuario sentarse en una silla giratoria colocada en medio de la sala de experimentación, se le colocaba la pulsera *empática* y se capturaba una línea base de sus medidas fisiológicas (conductancia de la piel y ritmo cardiaco) durante el transcurso de tres minutos, posteriormente, comenzaba la interacción con el sistema ATHENEA, es importante señalar que, durante los 60 minutos de duración de la sesión, la pulsera empática permanecía encendida. Al finalizar se pedía al usuario sentarse y cerrar sus ojos para descansar; durante este lapso de reposo, la pulsera también recogía señales fisiológicas. Como paso final, se retiraba la pulsera y se pedía al usuario contestar las escalas de estado de flujo y cuestionario de presencia y realidad.

La recolección de datos conductuales mediante los entornos virtuales fue registrada a partir de distintas interacciones: 1) la navegación por el entorno se evalúa desde los recorridos de los usuarios dentro de cada estancia, el tiempo que tardaban en llegar a los diferentes puntos de interés, los tiempos de exploración dentro de cada estancia y las situaciones que variaban según el objetivo de la misión; 2) la resolución de tareas concretas contextualizadas se miden a partir de la recolección de datos como los tiempos de respuesta y la cantidad de aciertos; 3) la interacción con los personajes ante ciertas situaciones o dilemas, observa la toma de decisiones como un componente conductual de importancia en la recolección de información ya que puede contener una fuerte influencia del componente emocional; 4) la información del estado interno del individuo evalúa cómo se encontraba el participante durante la sesión y la interpretación que daba a la misma, recogiendo medidas relacionadas con su estado de ánimo y con la relación con los demás personajes. 5. Análisis estadísticos, se utilizó el Machine Learning (ML) para explorar la capacidad de reconocer los constructos psicológicos definidos en el modelo de Grawe a través de interacciones en los entornos virtuales. Para ello, se bipolarizó cada una de las escalas del modelo, dividiéndolas según la media en puntuaciones altas o bajas. Estos modelos de ML, una vez entrenados y ajustados, permitieron reconocer niveles altos o bajos de cada constructo dependiendo de la interacción del participante con el entorno

virtual. Se formaron diferentes algoritmos de ML (Conditional Inference Trees, SVM y GLM) que pasaron por un procedimiento de validación cruzada con 10 iteraciones, aplicado también a una selección secuencial de las características incluidas en el proceso. Para evitar el sobreajuste, se fijó en 15 el número máximo de características (features) por modelo, para resumir las decisiones y el comportamiento del participante en el entorno virtual. En cada subescala se eligió el mejor modelo en términos de precisión y se obtuvo el Kappa de Cohen, que va de 0 a 1, siendo 1 el ajuste perfecto del modelo. El análisis estadístico se realizó mediante el software R (versión 3.6.1).

RESULTADOS

Se contó con un total de 61 participantes con una media de edad de 35.6 ($DE=10.03$), 29 hombres y 32 mujeres. En cuanto a las características sociodemográficas, 33 de los participantes informaron ser solteros, 23 casados y 5 divorciados; de acuerdo con el nivel educativo, nueve participantes cuentan con estudios inferiores a 10 años, seis de ellos entre 10 y 12 años de estudios, veinticuatro entre 12 y 16 años, diez entre 16 y 18 años y doce más de 18 años de estudios; de acuerdo con la ocupación; 14 participantes fueron estudiantes, 21 empleados, 7 trabajadores independientes (freelance), 9 se dedican al hogar y 10 desempleados.

Inicialmente, se aplicó la batería de pruebas mencionadas para obtener los datos mediante métodos de evaluación tradicional de acuerdo con las cuatro necesidades psicológicas planteadas por Grawe. En la Tabla 1, se presentan los datos descriptivos de los instrumentos empleados para las necesidades psicológicas evaluadas.

Posteriormente, se realizaron los análisis mediante ML para evaluar en qué medida la interacción con los entornos virtuales logra reconocer los constructos psicológicos evaluados con base en su precisión y Kappa de Cohen. En la Tabla 2 se pueden observar los resultados obtenidos de los modelos. De manera general, como se logra observar, la mayoría de los modelos para las distintas escalas y subescalas mostraron buena precisión en cuanto al reconocimiento de los constructos y

Tabla 1
Análisis Descriptivo de las variables de estudio

Competencias	Media	Mediana	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
APEGO Subescala 1	33.23	29.5	11.22	18	57
APEGO Subescala 2	27.21	25	9.9	15	56
APEGO Subescala 3	37.63	38	4.01	29	46
APEGO Subescala 4	21.15	20	4.67	10	35
AUTOESTIMA	34.78	36	5.19	20	40
AUTOEFICACIA	81.88	88	14.64	25	100
BAS Subescala 1	11.36	11	1.72	9	15
BAS Subescala 2	11.44	11	2.09	8	16
BAS Subescala 3	16.63	17	2.20	11	20
BAS Subescala 4	17.26	18	3.55	9	27
BREIF COPE Evitación	26.34	26	5.24	10	36
BREIF COPE Aproximación	28.53	29	4.20	19	38
LOCUS DE CONTROL	7.69	8	2.54	2	15
DERS Subescala 1	13.71	10.5	7.57	8	44
DERS Subescala 2	12.69	11	6.02	7	28
DERS Subescala 3	8.38	8	3.94	4	20
DERS Subescala 4	15.40	16	3.13	6	20
DERS Subescala 5	9.07	9	1.99	4	14
EES	40.40	40	5.91	29	55
AEQ Subescala 1	35.21	33	13.27	17	66
AEQ Subescala 2	15.30	16	4.22	7	24
APOYO SOCIAL	39.40	41	10.30	11	54

Fuente: Elaboración propia (2022).

adecuados índices de Kappa de Cohen (por arriba de 80% de precisión y .6 de Kappa respectivamente). En el caso de apego se obtuvieron buenos resultados, donde se puede apreciar que todas las

Tabla 2

Resultados de los modelos evaluados mediante Machine Learning

Variable	Dataset	Sujetos altos (%)	Modelo	Características (Features) (#)	Precisión	Kappa	TPR	TNR
APEGO Subescala 1	All (51+6)	0.45	GLMNet	15	0.87	0.66	0.74	0.98
APEGO Subescala 2	All (51+6)	0.40	GLMNet	15	0.93	0.83	0.98	0.92
APEGO Subescala 3	All (51+6)	0.55	SVM	14	0.80	0.55	0.82	0.83
APEGO Subescala 4	All (51+6)	0.43	SVM	15	0.82	0.68	0.85	0.89
RELACIONES	All (51+6)	0.68	GLMNet	15	0.92	0.81	0.90	0.96
BAS Subescala 1	All (12+6)	0.31	GLMNet	10	0.78	0.38	0.64	0.83
BAS Subescala 2	All (12+6)	0.59	randomForest	9	0.68	0.38	0.83	0.63
BAS Subescala 3	All (12+6)	0.54	SVM	13	0.68	0.26	0.74	0.54
BAS Subescala 4	All (12+6)	0.61	randomForest	9	0.80	0.50	0.93	0.61
BRIEF COPE Evitación	All (12+6)	0.56	SVM	15	0.62	0.27	0.82	0.50
BRIEF COPE Aproximación	All (12+6)	0.61	randomForest	14	0.70	0.35	0.76	0.68
AUTOESTIMA	Decisiones (42+6)	0.63	GLMNet	15	0.83	0.63	0.87	0.82
	Auto-reporte (26+6)		SVM	6	0.80	0.56	0.89	0.70
	Characters' status (224+6)		GLMNet	15	0.95	0.83	0.96	0.95
	All (292+6)		GLMNet	15	0.94	0.88	1.00	0.88
AUTOEFICACIA	Atención (201+6)	0.59	GLMNet	14	0.95	0.90	0.94	0.96
	Memoria (114+6)		GLMNet	15	0.94	0.87	0.97	0.90
	Velocidad (106+6)		GLMNet	15	0.87	0.73	0.90	0.83
	Planeación (88+6)		GLMNet	14	0.90	0.68	0.97	0.82
	Percepción (53+6)		GLMNet	15	0.87	0.69	0.90	0.90
	Inhibición (44+6)		GLMNet	10	0.77	0.38	0.88	0.58
	Flexibilidad (35+6)		GLMNet	15	0.70	0.34	0.73	0.61
	Control (6+6)		SVM	10	0.64	0.09	0.91	0.19
Todas (291 +6)	GLMNet	14	0.92	0.77	0.96	0.92		

Fuente: Elaboración propia (2022).

subescalas muestran una precisión por arriba de 80%, así como un Kappa de Cohen arriba del .6, a excepción de la subescala 3 (afecto seguro) que muestra un índice de .55. En el caso de autoestima, de manera similar, las distintas variables muestran buena precisión y adecuados Kappa de Cohen, situándose por arriba de 80% y .6 respectivamente. Por su parte, los resultados obtenidos en autoeficacia, muestran también modelos ade-

cuados para las distintas variables, especialmente en atención (95% y .9), memoria (94% y .87) y velocidad (87% y .73). Por último, en cuanto a las variables de afrontamiento, a pesar de presentar puntajes adecuados para la precisión, se obtuvieron puntajes bajos en cuanto al índice de Kappa de Cohen, siendo las variables que peor reconocen los constructos.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El presente estudio tuvo como objetivo validar la RV como herramienta de evaluación ecológica para los constructos del modelo de Grawe (2004) con población mexicana. De manera general, los resultados muestran una adecuada precisión del sistema ATHENEA en cuanto al reconocimiento de las cuatro necesidades que lo integran (apego, autoestima, autoeficacia, maximización del placer/minimización del dolor). La información anterior se confirma con las comparaciones entre los resultados obtenidos por medio de las interacciones de los participantes en los entornos virtuales, con las escalas y subescalas basadas en métodos tradicionales de evaluación (lápiz y papel) que también midieron estas necesidades (Grawe, 2004). Consistentes con las propuestas de diversos autores (Chicci-Giglioli et al., 2017; Symons et al., 2015), los resultados sugieren que los entornos virtuales desarrollados para la evaluación de dichos constructos tienen un gran potencial tanto para la activación de los comportamientos correspondientes a los fenómenos psicológicos que configuran el modelo de Grawe como para su reconocimiento, lo cual sugiere que la RV es una herramienta prometedora en la medición de constructos psicológicos (Chicchi-Giglioli, et al., 2021). Estos resultados aportan mayor evidencia ya que coinciden con los hallazgos de Chicchi-Giglioli et al. (2021) quienes utilizando también el sistema ATHENEA encontraron porcentajes similares de precisión en el reconocimiento de las necesidades de apego, autoeficacia y autoestima.

En cuanto a las necesidades psicológicas evaluadas, de manera específica, se lograron observar adecuados porcentajes de precisión (mayor a 80%) e índices de Kappa de Cohen (mayor a .6), lo cual sugiere un buen reconocimiento de los distintos constructos evaluados. En el caso del apego, se observó un adecuado reconocimiento en todas las subescalas evaluadas, en especial en la subescala de resolución de conflictos hostiles, rencor y posesividad, así como en el cuestionario de relaciones. De manera similar, en cuanto a la necesidad de autoestima se detectaron niveles altos de reconocimiento en las variables observa-

das y, por su parte, en cuanto a la autoeficacia, se encontró una adecuada capacidad de reconocimiento en prácticamente todas las variables, resaltando una mayor predicción para los puntajes de atención, memoria y velocidad. Por último, resulta importante indicar que, en el caso de las variables de afrontamiento, se encontró un menor nivel de reconocimiento, lo que podría deberse a la distribución de puntajes altos y bajos presentados. Estos resultados son consistentes con lo encontrado por Chicci-Giglioli et al., (2021) en una investigación similar llevado a cabo con población española.

Los anteriores resultados brindan mayor evidencia sobre las aplicaciones de la RV como una herramienta de evaluación ecológica (Parsons, 2015; Parsons et al., 2017) que, en el contexto de la psicometría, permite el reconocimiento de los patrones de comportamiento que definen las cuatro necesidades básicas (componentes) del Modelo de Grawe. Además, según algunos autores, hasta la fecha existen pocos desarrollos tecnológicos validados para la evaluación en comparación con los métodos tradicionales (Rao et al., 2017), de ahí que estos resultados representan una contribución para este campo emergente.

Por otra parte, tomando en cuenta las limitaciones que han presentado los métodos tradicionales de evaluación (Becker et al., 2011; Ravitz et al., 2010), el presente estudio sugiere que la RV puede ser una alternativa empíricamente validada en los procedimientos de evaluación psicológica. En otras palabras, permite trasladar a un mundo virtual de las actitudes, creencias y comportamientos que conforman un determinado constructo plasmados en herramientas de evaluación tradicionales, con el objetivo de evocar una serie de respuestas conductuales para medirlas en tiempo real, maximizando así la validez ecológica y el control experimental (Alcañiz, Olmos-Raya, & Abad., 2019).

Aunque los resultados son prometedores, es importante considerar algunas limitaciones importantes. En primer lugar, el número de participantes (n=61) fue reducido para la validación del modelo ML, por lo que es necesario contar con un mayor número. Por otro lado, aunque

en esta investigación los modelos de ML fueron validados a través de cuestionarios psicológicos de autoinforme estandarizados y de uso común, estos podrían ser complementados con evaluaciones más objetivas hechas por psicólogos expertos.

A pesar de las limitaciones enunciadas, los resultados son óptimos, ya que aportan evidencia sobre el uso de la RV como una estrategia de medición ecológica capaz de evocar experiencias realistas y respuestas conductuales que pueden evaluarse de forma latente mientras el participante interactúa con los entornos. Los resultados puntualizan la necesidad de seguir desarrollando nuevas herramientas de evaluación basadas en tecnología, especialmente las relacionadas con realidad virtual, con la evaluación basada en escenarios y con los videojuegos serios que reflejan el funcionamiento diario. Además, los avances tecnológicos han penetrado lentamente en el campo de la neuropsicología, por tanto, su uso promete mejorar la evaluación neurocognitiva y conductual.

De acuerdo con los resultados obtenidos, como parte de las futuras líneas de investigación, además de contar con un mayor número de participantes, es necesario replicar el experimento en muestras clínicas, con el propósito de comprobar si el sistema ATHENEA puede discriminar las diferencias existentes entre aquellos con diagnósticos clínicos y los que no, esto también aportaría mayor soporte al modelo de la consistencia de Graw, (2004).

Los hallazgos presentados, ponen de manifiesto la posibilidad de diseñar estrategias de intervención basadas en los resultados de las evaluaciones ecológicas apoyadas en RV, pues a través de ellas se vuelve más sencilla la identificación de los estímulos antecedentes desencadenantes de las conductas problema, y sus consecuentes (Colombo et al., 2019). Esto permitiría construir entornos virtuales terapéuticos que ofrezcan la posibilidad de entrenar en tiempo real las distintas habilidades asociadas a aquellas conductas que en la evaluación ecológica mediante RV resultaron desadaptativas (Rodríguez et al., 2015).

Finalmente, un campo de investigación prometedor se encuentra en el análisis de las medidas fisiológicas recogidas a través de este tipo de experimentos. En el caso específico de la pre-

sente investigación, este aspecto podría arrojar información valiosa sobre la efectividad en la inducción de estados emocionales específicos, en el monitoreo de las reacciones del usuario a lo largo de su recorrido por los entornos virtuales y en la captura de respuestas conductuales conscientes e inconscientes de las distintas situaciones enmarcadas en ATHENEA, y por tanto, incrementar la validez ecológica de las herramientas de evaluación integradas en este sistema virtual.

Agradecimiento

Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México; Programa de Apoyos para la Superación del Personal Académico de la UNAM (PASPA); Instituto de Investigación e Innovación en Bioingeniería (i3B), Universidad Politécnica de Valencia, España.

Financiamiento

Proyecto financiado por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad de España “Herramientas Terapéuticamente Avanzadas para la Salud Mental” (DPI2016-77396-R) y por la Unión Europea a través del Programa Operativo del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) en la Comunidad Valenciana 2010-2020 (IDIFEDER/2018/029).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcañiz, M. L., Olmos-roya, E. y Abad, L. (2019). Uso de entornos virtuales para trastornos del neurodesarrollo: una revisión del estado del arte y agenda futura. *Medicina*, 79, 77-81.
- Alcañiz, M., Parra, E., & Giglioli, I. A. C. (2018). Virtual reality as an emerging methodology for leadership assessment and training. *Frontiers in Psychology*, 9(SEP), 1-7. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01658>
- Bartholomew, K., & Horowitz, L. M. (1991). Attachment styles among young adults: A test of a four category model. *Journal of Personality and Social Psychology*, 61, 226-244
- Becker, W. J., Cropanzano, R., & Sanfey, A. G. (2011). Organizational neuroscience: taking organizational theory inside the neural black box. *J. Manage*, 37, 933-961. <https://doi.org/10.1177/0149206311398955>
- Berking, M., Holtforth, M.G., & Jacobi, C. (2003). Changes

- in Clinically Relevant Goals and Therapy Outcome: A Study with Inpatients Undergoing Cognitive Behavioral Therapy. *Psychotherapie, Psychosomatik, Medizinische Psychologie*, 53(3), 171-177. <https://doi.org/10.1055/s-2003-38008>
- Brief, A. P. (1998). *Attitudes in and Around Organizations*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Broadhead, W.E., Gehlbach, S.H., Degruy, F.V. & Kaplan, B.H. (1988). The Duke-UNC functional social support questionnaire: Measurement for social support in family medicine patients. *Medicine Care*, 26, 709-723.
- Carver, C.S., White, T.L. (1994) Behavioral inhibition, behavioral activation, and affective responses to impending reward and punishment: The BIS/BAS scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, 67, 319
- Carver, C. S. (1997). You want to measure coping but your protocol's too long: Consider the brief cope. *International Journal of Behavioral Medicine*, 4, 92-100. http://doi.org/10.1207/s15327558ijbm0401_6
- Chicchi Giglioli, I. A., Carrasco-Ribelles, L. A., Parra, E., Marín-Morales, J., & Alcañiz Raya, M. (2021). An Immersive Serious Game for the Behavioral Assessment of Psychological Needs. *Applied Sciences*, 11(4), 1971.
- Chicchi-Giglioli, I.A., Pravettoni, G., Sutil-Martín, D.L., Parra, E, & Alcañiz, M. (2017). A Novel Integrating Virtual Reality Approach for the Assessment of the Attachment Behavioral System. *Frontiers in Psychology*, 8, 959. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00959>
- Chan, R. C., Shum, D., Touloupoulou, T., & Chen, E. Y. (2008). Assessment of executive functions: Review of instruments and identification of critical issues. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 23, 201-216. <https://doi.org/10.1016/j.acn.2007.08.010>
- Chaytor, N., Schmitter-Edgecombe, M., & Burr, R. (2006). Improving the ecological validity of executive functioning assessment. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 21, 217-227. <https://doi.org/10.1016/j.acn.2005.12.002>
- Chicchi Giglioli, I. A., Parra, E., Cardenas-Lopez, G., Riva, G., & Alcañiz Raya, M. (2017). Virtual stealth assessment: A new methodological approach for assessing psychological needs. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 10622 LNCS, 1-11. https://doi.org/10.1007/978-3-319-70111-0_1
- Colombo, D., Fernández-Álvarez, J. García, A. Cipresso, P., Botella, C., Riva, G. (2019). New Technologies for the Understanding, Assessment, and Intervention of Emotion Regulation. *Frontiers in Psychology*, 10, 1-10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01261>
- Gratz, K.L., Roemer, L. Multidimensional Assessment of Emotion Regulation and Dysregulation: Development, Factor Structure, and Initial Validation of the Difficulties in Emotion Regulation Scale. *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment*, 26, 41-54 (2004). <https://doi.org/10.1023/B:JOBA.0000007455.08539.94>
- Grawe, K. (2004). *Psychological therapy*. Hogrefe Publishing.
- Grawe, K. (2007). *Neuropsychotherapy*. East Sussex.
- Hervás G. & Jódar, R. (2008). Adaptación al castellano de la Escala de Dificultades en la Regulación Emocional. *Clínica y Salud*, 19, 139-156.
- King, L. A., & Emmons, R. A. (1990). Conflict over emotional expression: Psychological and physical correlates. *Journal of Personality and Social Psychology*, 58, 864-877.
- Kring, A. M., Smith, D. A., & Neale, J. M. (1994). Individual Differences in Dispositional Expressiveness: Development and Validation of the Emotional Expressivity Scale. *Journal of Personality and Social Psychology*, 66(5), 934-949
- Melero, R.; Cantero, M.J. (2008). Affective styles in a Spanish sample: A questionnaire for the assessment of adult attachment. *Clinical Health* 19, 83-100
- Parsons, T. D., (2015). Virtual reality for enhanced ecological validity and experimental control in the clinical, affective and social neurosciences. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9, 660. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00660>
- Parsons, T. D. (2016). *Clinical Neuropsychology and Technology: What's New and How We Can Use It*. New York: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-31075-6>
- Parsons, T. D., Gaggioli, A., & Riva, G. (2017). Virtual environments in social neuroscience. *Brain Sciences*, 7, 1-21. <https://doi.org/10.3390/brainsci7040042>
- Rabin, L., Spadaccini, A., Brodale, D., Charcape, M., & Barr, B. (2014). Utilization rates of computerized tests and test batteries among clinical neuropsychologists in the U.S. and Canada. *Professional Psychology: Research and Practice*, 45, 368-377. <https://doi.org/10.1037/a0037987>
- Rao, S. M., Losinski, G., Mourany, L., Schindler, D., Mammone, B., Reece, C., Bermel, R. A. (2017). Processing speed test: Validation of a self-administered, iPad®-based tool for screening cognitive dysfunction in a clinic setting. *Multiple Sclerosis Journal*, 23(14), 1929-1937. <https://doi.org/10.1177/1352458516688955>
- Ravitz, P., Maunder, R., Hunter, J., Sthankiya, B., Lancee, W., (2010). Adult attachment measures: A 25-year review. *Journal of psychosomatic research*, 69(4), 419-432. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2009.08.006>
- Rodríguez, A., Rey, B., Vara, M. D., Wrzesien, M., Alcaniz, M., Banos, R. M., et al. (2015). A VR-based serious game for studying emotional regulation in adolescents. *IEEE Comput. Graph. Appl.* 35, 65-73. doi: 10.1109/MCG.2015.8
- Rosenberg, M. (1965). Rosenberg Self-Esteem Scale (SES). In *Society and the Adolescent Self-Image*. Princeton University Press
- Schwarzer, R., Jerusalem, M. (2010) The general self-efficacy scale (GSE). *Anxiety Stress Coping* 12, 329-345.
- Rotter, J. B. (1966). Generalized expectancies for internal versus external control of reinforcement. *Psychological Monographs*, 80
- Shute, V. J. (2011). Stealth assessment in computer-based games to support learning. *Computer Games and Instruc-*

tion. 55, 503-524.

Simon, H. A. (1976). *Administrative Behavior: A Study of Decision-making Processes in Administrative Organization*. New York, NY: Macmillan

Slater, M. (2009). Place illusion and plausibility can lead to realistic behavior in immersive virtual environments. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.*, 364, 3549-3557. <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0138>

Slater, M., Lotto, B., Arnold, M. M., & Sanchez-Vives, M. V. (2009). How we experience immersive virtual environments: the concept of presence and its measurement. *Anuario de psicología/The UB Journal of psychology*, 40(2), 193-210.

Symons, D. K., Adams, S., and Smith, K. H. (2015). Adult attachment style and caregiver attitudes after raising a virtual child. *J. Soc. Pers. Relationsh.* 33, 1054-1069. <https://doi.org/10.1177/0265407515616710>

World Health Organization (2011). *Global Burden of Disease*. WHO Health statistics and health information systems, Geneva.