

# Medida Cuantitativa de la Efectividad de la Realidad Virtual en el Tratamiento de Fobias.

Ing. Plaza T. Mauricio

Facultad de Ingeniería, Universidad Libre de Colombia,

Bogotá, Colombia AV CRR 70 53-40, (571)4232730

[mplaza200@yahoo.com](mailto:mplaza200@yahoo.com), [mauricio.plazast@unilibrebog.edu.co](mailto:mauricio.plazast@unilibrebog.edu.co)

## Resumen

El nivel de la condición de fobia y su progreso es hecho por la evaluación que el doctor hace del paciente, sin tener un cierto control de las variables de medida que muestran una indicación de la evolución médica del paciente. La posibilidad de descubrir algunas variables que podrían ser medidas y poder determinar la evolución del paciente y el nivel de la enfermedad, es un instrumento de gran utilidad para el doctor.

El artículo habla sobre los esfuerzos de llevar a cabo una investigación con la meta de medir los signos vitales del paciente colocado en un ambiente relajado y comparar estos resultados con los signos vitales medidos bajo un ambiente virtual que produzca fobia. Al final de esta investigación trataremos de determinar si el ambiente virtual de tiene alguna influencia en los cambios psicológicos vistos a través de los signos vitales.

**Palabras claves** — Realidad Virtual, fobia, signos vitales, medidas fisiológicas.

## Abstract

The level of the phobia condition and his progress is done by the evaluation that the doctor does of the patient, without having a certain control of the variables of measurement that show an indication of the medical evolution. The possibility of discovering some variables that might be measured and of being able to determine the evolution of the patient and the level of the illness, is an instrument of the big utility for the doctor

The article talks about the efforts to carry out a research with the goal of measuring vital signs on people who are placed in relaxed environment and then compare them with vital sign measured under condition of a artificially environment. At the end of this research, we are trying to determine if the virtual environment has any influence in the person's psychological change seen through the changes of the controlled vital signs.

**Key Words** — virtual reality, phobia, vital signs, physiologic measurements.

## 1. Introducción

En los niveles de estrés que implican las actividades diarias del ser humano, el número de fobias y la gente quién sufre de estas fobias ha aumentado. Los tratamientos de fobia por la exposición directa usada por los psicólogos, mostraron ser eficaces, pero en muchos casos puede ser un peligro para la salud física y psicológica del paciente en el tratamiento (APA – American Psychiatric Association, 2000). Durante el tratamiento puede llegara a suceder un mayor trauma o el daño físico como consecuencia de un control incorrecto del ambiente o del procedimiento. Pensando en la disminución los traumas causados por el tratamiento de exposición directa, una nueva tecnología conocida como realidad virtual está siendo usada. (Waterworth, J.A., 1999).

La utilización de la realidad virtual ha sido una constante en el campo tecnológico (Rosen, J.M, *et al*, 1996). Con la introducción de esta técnica en el tratamiento de fobias, esperamos crear situaciones de realidad virtual para el paciente y su exposición directa al ambiente, donde el paciente puede sufrir una fobia específica pero en un ambiente de seguridad creado por la computadora de un modo virtual; intentando conseguir un mejor control de este ambiente, dando al paciente la posibilidad de cambiar a un ambiente relajado en una reacción psicológica peligrosa posible, de un modo sencillo, rápido y sin traumas (Riva, G., 2005) (Figura 1)

Hay algunas preguntas posibles sobre el uso de esta nueva tecnología en los tratamientos de fobias. Por ejemplo, ¿si es verdad que la realidad virtual crea las condiciones que pueden hacer al paciente sentir los mismos efectos de la vida real? (Emmelkamp, P.M.G, *et al*, 2002) y en segundo lugar, si esta nueva técnica pudiera ser un instrumento útil para el tratamiento de fobia; teniendo en cuenta, que no hay

ningún método válido para valorar de sus efectos en el paciente, diferente de la evaluación subjetiva que el doctor hace basado en la percepción paciente, que es el diagnóstico tradicional de este tipo de enfermedad.



*Fig 1. Centro médico para tratamiento de fobias: Mary Levin, University of Washington.*

Sólo haciendo una evaluación simple de la evolución del paciente con procedimientos actuales, sería peligroso si el resultado fuera hecho del modo incorrecto, especialmente para determinar el progreso en el paciente antes y después del tratamiento, donde su estado físico y psicológico podría ser afectado en un verdadero ambiente.

Para producir el ambiente virtual de esta investigación, algunos equipos de la realidad virtual son usados, como rastreador infrarrojo (Head tracker) y un casco de realidad virtual (Head Mounted Display, Scherer, K.R., 1977). Los equipos para medir las reacciones de los pacientes antes los ambientes virtuales son: medidor de frecuencia cardíaca, Software de procesamiento de voz y cámaras termográficas. Los ambientes virtuales creados para la simular la realidad son luego proyectados en el casco de realidad virtual.

Los métodos usados hoy día para medir la eficacia del tratamiento son las encuestas (APA – American Psychiatric Association, 2000), por este motivo pensamos en la posibilidad de tener una evaluación cuantitativa, diferente a la percepción paciente; que permita medir en una escala específica, el desarrollo de tratamiento y adicionalmente su uso como un instrumento de evaluación para el tratamiento de fobia(Cohen, D.C. , 1977).

Una respuesta a esta consideración podría ser encontrada en los signos vitales. Ha sido probado por métodos de especialista médicos, que los signos vitales son afectados con algunos cambios en los niveles de estrés.

## **2. Objetivos**

El objetivo que se plantea en la presente investigación está basado en la identificación y la medida de signos vitales específicos de una persona en un ambiente relajado real, haciendo posteriormente la medida de los mismos signos vitales en un ambiente virtual, que muestra situaciones de peligros posibles o fobia que la persona ha sido expuesta; tratando de encontrar una medida que permita determinar si este ambiente ejerce alguna influencia en el paciente. Los signos vitales identificados y usados en la investigación son la frecuencia cardíaca y la temperatura corporal.

Otro elemento adicional para tener en cuenta es la frecuencia fundamental de la voz, en el cual se usa un software libre para su procesamiento (SPS – Speech Filing System, 2008). Esperamos demostrar con esta investigación, que el uso de estos parámetros tendría la medida cuantitativa de la influencia de la realidad virtual en los cambios psicológicos del paciente, sin la influencia de criterios personales. Las fobias elegidas para desarrollar este proyecto son la claustrofobia (miedo a esta en espacios cerrados) y acrofobia ( miedo a las alturas)

### 3. Metodología

En cada proyecto de investigación, donde los resultados tienen una influencia directa con la medicina y el procedimiento puede tener posibles efectos físicos o psicológicos en los pacientes que está bajo prueba, es necesario cumplir con algunas exigencias que se ajusten a los métodos éticos y de seguridad, para las personas de la población seleccionada.

Teniendo en cuenta las implicaciones médicas, algunas sesiones de trabajo fueron realizadas con expertos de un equipo médicos en signos vitales, que hicieron un análisis profundo de la investigación y realizaron algunas recomendaciones:

- √ Es importante evitar ataques de epilepsia en los pacientes por la fotosensibilidad o una reacción a algunos patrones de estímulo lumínicos con un resultado de problema en la regulación de ECG. Ellos sugieren un tiempo límite, para la sesión de realidad virtual, menor de 3 minutos pensando en la disminución de la reacción del seguidor infrarrojo y es necesario estar comprobando el movimiento de las imágenes durante la sesión para evitar movimientos bruscos que aumenten la probabilidad de epilepsia.
- √ Para la mano, es necesario para usar material de aislamiento para evitar cualquier transferencia de calor entre las manos y la mesa. Adicional a esto, el investigador debe incluir la pérdida de calor por el ambiente usando fórmulas de la transferencia del calor.
- √ En la encuesta inicial debe preguntarse sobre las fobias tratadas diferentes de los anteriores (los miedos de la altura y el miedo de espacios cerrados) para tener un cuidado especial con estos pacientes.
- √ El paciente tiene que leer con cuidado y entender que estas pruebas no representan ningún riesgo físico o mental y su participación es voluntaria. El paciente tiene que firmar al final de la encuesta.
- √ Antes de comenzar el tratamiento, el paciente tiene que someterse a una prueba visual, porque las personas con problemas visuales pueden sufrir cansancio, necesitando una compensación en las gafas de realidad virtual o la otra recomendación es no trabaja con esta clase de pacientes.

Haciendo un examen de algunos elementos como la frecuencia cardiaca, la variabilidad cardiaca y la temperatura, igualmente la frecuencia fundamental de la voz, esperamos tener una escala cuantitativa de la evaluación del paciente, especialmente para que los doctores puedan determinar el nivel de estrés del paciente y por supuesto, el progreso de tratamiento o evolución de las fobias en espacios cerrados y alturas.

La selección de los signos vitales fue determinada por la facilidad en los métodos de medida y la magnitud de los cambios en los niveles de estrés. Por otra parte, no hay ningunos estudios que muestren cambios significativos en las otros signos vitales.

#### 3.1 Situación de estrés y Regulación de Temperatura

Cuando un paciente está bajo tensión intensa, siente cambios fuertes de sus emociones y sentimientos. Debido a los resultados del alto estrés, se causa una mala regulación del sistema de calefactor del cuerpo humano. Estos cambios son más notables en algunos sitios de cuerpo donde la irrigación capilar es más alta, por ejemplo, las manos.

La causa física de esta reacción es la segregación hormonal con elementos potencialmente vasoconstrictores, los espasmos de músculos de las paredes de las arterias, la oxidación que dañan las membranas celulares rojas que los hacen más grueso y la formación de coágulos debido a las plaquetas (Ali, M., 2002).

La temperatura de las pruebas de termográficas en la mano muestra un porcentaje en aumento. La correlación de la temperatura en los diferentes ambientes es alta y no permite diferenciar los grupos en los ambientes de reposo, espacio cerrado y la altura

### 3.2 Variabilidad cardiaca

Esto se refiere a una arritmia o ritmo no simétrico del nodo sinusal, que realiza la función de marcapasos del corazón (McCraty, R, y Al-, 1995). Sucede en la fase de respiración. Este es un parámetro fácilmente influenciado por cambios emocionales de las personas (Pasillo, M, et al., 2004)

Si la variabilidad cardiaca es estudiada en lugar de la frecuencia cardiaca, muestra una disminución en la medida en ambos ambientes virtuales, con una diferencia grande que permite identificar el ambiente virtual en el que se encuentra el paciente

### 3.3 Frecuencia fundamental de la voz

Los músculos del cuerpo humano vibran en una frecuencia específica, esto incluye las cuerdas vocales. En algunas situaciones de tensión, la vibración muscular cambia, al igual que la frecuencia de voz.

Algunas técnicas pueden ser usadas para estudiar los comportamientos de las cuerdas vocales. Uno de éstos es la frecuencia fundamental de la voz. Consiste en la obtención de la frecuencia del sonido producido por las cuerdas vocales que es muy correlacionado con niveles de tensión y la entonación.

Durante el estrés generado por los ambientes virtuales, se muestra un decremento en la frecuencia fundamental de la voz, la correlación de los valores medios de la frecuencia fundamental en los dos ambientes muestran que hay una diferencia, permitiéndonos distinguir los dos ambientes (Scherer, K.R., 1977). La duración de la voz baja, pero del mismo modo que la energía de voz, no presentan ningún cambio significativo, lo que nos permite deducir que no es un parámetro bueno para determinar la influencia de la realidad virtual.

### 3.4 Procedimiento experimental

Del análisis anterior, el trabajo experimental consistió en la creación, en primer lugar, de los ambientes virtuales de altura y espacios cerrados para las personas que voluntariamente acepta para ser la parte del análisis.

Con estos ambientes virtuales podemos medir los signos vitales identificados en un ambiente relajado sin ningún nivel de la tensión y posteriormente tomar la misma medida en el ambiente virtual creado. Con el resultado se puede contrastar las dos medidas y determinar si la realidad virtual tiene alguna influencia en los pacientes.

El logro principal es encontrar con esta prueba experimental y con algunos instrumentos de realidad virtual, si los productos de ambiente sintéticos producen efectos similares a los verdaderos y la posibilidad de usar estos resultados como un instrumento medida del tratamiento de fobias.

Trabajando con un diseño experimental, encontramos la selección de una muestra para la investigación; comenzando con algunos estudiantes de ingeniería de Universidad Libre, Bogotá, Colombia (ULC). A fin de tener un punto de partida para determinar el tamaño de la muestra, usamos un procedimiento estadístico. El resultado del análisis ofreció la necesidad de hacer estudios sobre el total de 308 estudiantes entre 1350 estudiantes en el ULC. Se desea un error estándar  $\sigma_e$  de menos de 0.015 y una confiabilidad  $P$  del 90%.

En la muestra de la población seleccionada el 43% de los sujetos manifiestan tener algún tipo de fobia, mientras que el 57% de ellos no manifiestan ningún tipo de fobias.

Del grupo de personas que manifestaron algún tipo de fobia, 56% de ellos manifiestan miedo a las alturas, mientras que otros 18% manifestaron fobias a los espacios cerrados y el resto de los individuos manifiestan algún tipo de fobia diferente.

Los pasos para el experimento fueron definidos así:

- √ En primer lugar, las personas fueron informada sobre todo el proceso y posteriormente fueron entrenados en el uso de los equipos de realidad virtual.
- √ Una vez que la formación es terminada, se solicita a la persona llenar una encuesta simple. Durante la encuesta, los datos de signos vitales en estado de reposo son registrados.
- √ En los siguientes pasos, el paciente se sometió a ambientes virtuales de altura y espacios cerrados y el investigador registró las medidas dadas por los signos vitales. Con estos resultados, se realiza una comparación de los datos encontrados bajo los dos ambientes, a fin de encontrar algunas diferencias que permiten que validemos el método de esta investigación. El ambiente virtual utilizado consisten en imágenes de 360X360, un casco de realidad virtual (HEAD Mounted Display True 800 X 600 resolución, PC/SVGA), un seguidor infrarrojo ( Head tracker, SmartNav 4) , un sistema Polar para frecuencia cardiaca (Polar S625X), un micrófono, software para procesamiento de voz (SFS), un ventilador y una cámara termografica (Flir System )
- √ Al final de esta prueba se realiza una nueva encuesta. Se pregunta a los individuos sobre la impresión del experimento y el nivel de estrés generado por los ambientes virtuales. Esta información será correlacionada con los datos de los signos vitales.

#### **4. Resultado de la Investigación**

Los datos de información encontrados en la prueba anterior muestran que hay algunos parámetros que presentan cambios en los diferentes ambientes. Algunos otros parámetros, no sufren ningún cambio, entonces no pueden ser usados para determinar la eficacia de la realidad virtual para el tratamiento de fobia

47% de las personas que habían manifestado tener miedo a las alturas informaron sentirse un poco afectadas por el ambiente virtual, mientras que un 5% de estos individuos se sintieron muy afectados. Esto significa que se debe mejorar las interfaces de realidad virtual para obtener unos sistemas mas ajustado a la realidad. Con los sistemas de realidad virtual actuales existe una diferencia en la forma como el cerebro percibe el mundo real y la realidad virtual

8.8% de los individuos sometidos al ambiente virtual manifestaron síntomas como mareo durante la prueba y posterior a la prueba. Estos síntomas son conocidos como “motion sickness” o “simulation sickness”. Es ocasionado por la diferencia entre la respuesta que espera recibir el cerebro y la respuesta que reciben los sentidos. Esto afirma la conclusión anterior de mejorar las interfaces de entrada y salida de los sistemas de realidad virtual.

Para individuos con miedo a las alturas, la frecuencia cardiaca presenta un valor similar en reposo y en el ambiente virtual ( reposo: 83.3 bpm ( pulsaciones por minuto); ambiente virtual: 84.4 bpm, Sig: 0.754). Con estos resultados concluimos que la frecuencia cardiaca media no es un buen parámetro para evaluar si un paciente es afectado por la realidad virtual. De la misma manera, en ambientes virtuales de espacios cerrados, no existe una diferencia significativa entre los ambientes (ANOVA, sig: 0.413) y el promedio de frecuencia cardiaca es similar, indicando que no es un parámetro útil en este ambiente.

La temperatura corporal media permite identificar el nivel de estrés de un individuo sometido a ambientes virtuales comparado con los ambientes de reposo, a través de un incremento leve pero significativo de la temperatura corporal. Esta conclusión se logra con un análisis de varianza (ANOVA), para un grupo de sujetos homogéneos, que padecen miedo a las alturas y a estos valores obtenidos se comparan sus valores medios con la prueba de Student - Newman – Keuls. En contraste con el ambiente virtual de alturas, la temperatura corporal no es un parámetro útil para determinar la influencia del ambiente virtual de espacios cerrados (ANOVA sig:0.558). Este parámetro solamente puede ser usado en ambiente virtual de alturas. Los cambios de la temperatura promedio en el ambiente virtual de espacios cerrados son bajos (Ambiente de reposo: 28.26 Celsius, Ambiente virtual de alturas: 28.7 Celsius, Ambiente virtual de espacios cerrados. 28.5 Celsius)

La diferencia de los dos ambientes usando la temperatura corporal en la presente investigación, muestra un incremento significativo en la temperatura. Un estudio riguroso de la literatura médica manifiesta que un individuo sometido a estrés presenta una disminución de su temperatura corporal. Esta posible discrepancia se explica ya que el ambiente virtual no genera una reacción muy fuerte, pero el miedo al ambiente produce un nivel alto de atención, que se manifiesta con síntomas similares al relajamiento y como resultado una disminución de la temperatura corporal.

En los individuos con miedo a las alturas y realizando el mismo análisis estadístico anterior, concluimos que el parámetro de frecuencia fundamental de la voz es adecuado para determinar si un individuo es afectado emocionalmente por un ambiente virtual de alturas, lo que se manifiesta por un incremento de la frecuencia fundamental de la voz.

En los individuos con miedo a las alturas, la energía de la voz no presenta cambios significativos según el análisis estadístico ANOVA (Sig: 0.383). En los resultados de estadística descriptiva, la energía de la voz no presenta cambios significativos en reposo, ambiente virtual de alturas y ambiente virtual de espacios cerrados (81.4, 80.5, 80.7 decibelios, respectivamente). Este resultado estadístico indica que la energía de la voz no es un parámetro adecuado para determinar la influencia de la realidad virtual en individuos con fobias.

Al realizar el análisis estadístico ANOVA, considerando dos grupos de trabajo, uno que corresponde a un ambiente de reposo, y otro considerando ambos ambientes virtuales; se puede observar que existen diferencias en el comportamiento de la variabilidad cardiaca entre el grupo de individuos en estudio, cuando están en estado de reposo, con relación a cuando están bajo el ambiente virtual de alturas o espacios cerrados (Sig inferior a 0.005).

La media de la variabilidad cardiaca cambia en forma significativa ( reposo: 3.5, ambiente de alturas: 3.05, Espacio cerrado: 3.1), mostrando una disminución en el valor medio, resultado que concuerda con la literatura médica.

El parámetro de variabilidad cardiaca, según el resultado de la investigación, es el único que permite identificar el nivel de estrés generado por los dos ambientes virtuales de alturas y espacios cerrados. Los demás parámetros solo pueden ser usados en ambiente virtuales de alturas. Este resultado nos indica que el ambiente virtual de espacios cerrados no presenta el mismo nivel de similitud con el ambiente real

## 5. Conclusión

La realidad virtual es un instrumento usado para el tratamiento de fobia por algunos centros médicos (Zajtchuk, R. Satava, 1997) (figura 2). Debido a la necesidad de tener un instrumento para medir en una escala cuantitativa la eficacia del tratamiento y la evolución paciente con estados de fobias, la investigación presente, basada en estudios médicos sobre la influencia del estrés en los signos vitales, trata de determinar la eficacia de la realidad virtual y establecer una escala que puede ser usada por el médico en el tratamiento



*Fig. 2 Centro de realidad virtual para la investigación.*

Con los signos vitales y la frecuencia fundamental de la voz encontrada y comprobada, podemos concluir que hay algunos parámetros como la frecuencia cardiaca media, energía de la voz y duración de la voz

que no permite distinguir la reacción de la persona en ambiente virtual y ambiente de reposo. Algún otros parámetro como la temperatura, la variabilidad cardiaca y la frecuencia fundamental de la voz nos dejó distinguir el estado de reposo y ambiente virtual. Solamente el parámetro de temperatura y frecuencia fundamental de la voz son útiles para ambiente virtual de alturas.

## Referencias

- Ali, M. (2002), "Temperature dysregulation in stress", In: [www.majidali.com/temperat.htm](http://www.majidali.com/temperat.htm).
- APA – American Psychiatric Association (2000), *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders DSM-IV TR*, 4<sup>th</sup> Edition, American Psychiatric Publishing, 943 p.
- Cohen, D.C. (1977), "Comparison of self-report and overt-behavioral procedures for assessing acrophobia", *Behavior Therapy*, v. 8, n. 1, p. 17-23.
- Emmelkamp, P.M.G., Krijn, M., Hulsbosch, A.M., de Vries, S., Schuemie, M.J., van der Mast, C.A. (2002), "Virtual reality treatment versus exposure in vivo: a comparative evaluation in acrophobia", *Behaviour Research and Therapy*, v. 40, n. 5, p. 509-516.
- Hall, M., Vasko, R., Buysse, D., Ombao, H., Chen, Q., Cashmere, J.D., Kupfer, D., Thayer, J.F. (2004), "Acute stress affects heart rate variability during sleep", *Psychosomatic Medicine*, v. 66, n. 6, p. 974-976.
- McCraty, R., Atkinson, M., Tiller, W.A., Rein, G., Watkins, A.D. (1995). "The effects of emotions on short-term power spectrum analysis of heart rate variability", *The American Journal of Cardiology*, v. 76, n. 14, p. 1089-1093.
- Riva, G. (2005), "Virtual reality in psychotherapy: review", *Cyberpsychology & Behavior*, v. 8, n. 3, p. 220-230.
- Rosen, J.M., Soltanian, H., Redett, R.J., Laub, D.R. (1996), "Evolution of virtual reality [Medicine]", *Engineering in Medicine and Biology Magazine, IEEE*, v. 15, n. 2, p. 16-22.
- Scherer, K.R. (1977), "Effect of stress on fundamental frequency of the voice", *Journal of the Acoustical Society of America*, v. 62, suppl. n. 1, p. S25.
- SPS – Speech Filing System (2008), "Tools for Speech Research", Department of Phonetics & Linguistics, University College London, In: [www.phon.ucl.ac.uk/resource/sfs](http://www.phon.ucl.ac.uk/resource/sfs).
- Waterworth, J.A. (1999), "Virtual reality in medicine: a survey of the state of the art", In: [www.informatik.umu.se/~iwworth/medpage.html](http://www.informatik.umu.se/~iwworth/medpage.html).
- Zajtchuk, R., Satava, R.M. (1997), "Medical applications of virtual reality", *Communications of the ACM*, v. 40, n. 9, p. 63-64.