

## Monitoreo ocular para predecir las maneras de aprender de un estudiante

M. En C. Jacqueline Arzate Gordillo  
M. En C. María del Rosario Rocha Bernabé  
Dr. José Alfredo Jiménez Benítez  
Instituto Politécnico Nacional

**Línea Temática:** Nuevas formas de aprender y enseñar.

**Palabras Clave:** PNL, aprendizaje, movimiento, ocular.

### Resumen

Existe como es sabido, una diversidad de formas en que los estudiantes aprenden de una manera natural. Una de las clasificaciones es la que identifica a los individuos como visuales, auditivos y/o kinestésicos, según la PNL. Es conveniente conocer la característica de aprendizaje de los estudiantes para la exitosa creación de ambientes personalizados de aprendizaje.

El presente trabajo muestra cómo el movimiento involuntario del ojo mientras un individuo habla o incluso se encuentra inmerso en sus propios pensamientos, describe de una manera amplia la forma en que adquiere información del entorno y por consiguiente aprende.

Si bien, existen una gran variedad de test que pueden aplicarse para conocer la forma de aprender de un estudiante, un sistema que únicamente registra los movimientos oculares sobre un intervalo de tiempo, aumenta la eficiencia del resultado tanto en rapidez como en confiabilidad dado que el movimiento ocular es difícil de controlar.

### Introducción

La PNL (*Programación Neurolingüística*) establece que los individuos experimentan un mismo proceso mental en diferentes sistemas representacionales, también llamados canales de acceso al exterior [1]. Hay jóvenes que son visuales, aprenden más a través de imágenes, otros son auditivos y aprenden más por lo que escuchan y no tanto por las imágenes y otros son sensoriales o kinestésicos, esto quiere decir aprenden más por el gusto, olfato, tacto o por sus emociones. Si bien todos los individuos llevan a cabo procesos mentales combinando estos tres canales de acceso, la mayoría suele usar uno o dos de ellos con mayor frecuencia.

Cuando pensamos en imágenes, podemos traer a la mente mucha información a la vez, por eso las personas que utilizan el sistema de representación visual tienen más facilidad para absorber grandes cantidades de información con rapidez. Visualizar nos ayuda además, a establecer relaciones entre distintas ideas y conceptos. Cuando un estudiante tiene problemas para relacionar conceptos es probable que esté procesando la información de forma auditiva o kinestésica. Por otro lado la capacidad de abstracción y la capacidad de planificar está directamente relacionada con la capacidad de visualizar.



Así los alumnos visuales tenderán a aprender más rápido cuando leen o ven la información en diagramas o esquemas en comparación con la explicación oral.

Cuando recordamos utilizando el sistema de representación auditivo lo hacemos de manera secuencial y ordenada. El alumno auditivo necesita escuchar su grabación mental paso a paso. El sistema auditivo no permite relacionar conceptos o elaborar conceptos abstractos con la misma facilidad que el sistema visual y no es tan rápido. Es, sin embargo, fundamental en el aprendizaje de los idiomas, y naturalmente, de la música. Los estudiantes auditivos aprenden mejor cuando reciben las explicaciones oralmente y cuando pueden explicar esa información a otra persona.

Cuando procesamos la información asociándola a nuestras sensaciones, a nuestro cuerpo y movimientos, estamos utilizando el sistema de representación kinestésico. Utilizamos el sistema kinestésico al aprender y practicar un deporte, manualidades, etc. Dado que hace uso de sensaciones corporales, aprender con el sistema kinestésico resulta más lento que hacerlo con los otros dos sistemas. Sin embargo una vez que aprendemos algo que necesita el cuerpo o mediante nuestro cuerpo, es muy difícil que se nos olvide. Los alumnos que utilizan preferentemente el sistema kinestésico necesitan, por tanto, más tiempo que los demás. Esa lentitud no tiene nada que ver con la falta de inteligencia, sino con su distinta manera de aprender. Los alumnos kinestésicos aprenden muy rápido al involucrar sus emociones y cuerpo.

Además en palabras de la PNL, los procesos mentales asociados al recuerdo de imágenes, sonidos, sentimientos, sensaciones, e incluso a la creación mental de todos ellos está fuertemente relacionada con los movimientos constantes e involuntarios del ojo. Existen patrones de movimiento ocular, también llamados pistas de acceso ocular

En el libro “*Introducción a la Programación neurolingüística*” escrito por Joseph O’connor [1] se describen a los movimientos oculares (Pistas de Acceso Ocular). En el texto el autor explica que “*..es fácil saber si una persona está recordando situaciones o creando situaciones mediante imágenes, sonidos o sensaciones. Hay cambios visibles en nuestro cuerpo según la manera en que estemos pensando. La forma como pensamos afecta a nuestro cuerpo, y cómo usamos nuestros cuerpos afecta a la forma como pensamos.*”

\* *Mirar hacia arriba y a la izquierda es la forma como la mayoría de personas diestras recuerdan las imágenes.*

\* *Mirar hacia abajo y a la derecha, es la forma como la mayoría de las personas se ponen en contacto con sus sensaciones.*

\* *Cuando visualizamos algo referente a nuestras experiencias pasadas, los ojos tienden a mirar hacia arriba y a la izquierda.*

\* *Cuando construimos una imagen a partir de palabras o intentamos «imaginar» algo que no hemos visto nunca, los ojos se mueven hacia arriba y a la derecha.*

\* *Los ojos se mueven en horizontal hacia la izquierda para recordar sonidos, y en horizontal a la derecha para*



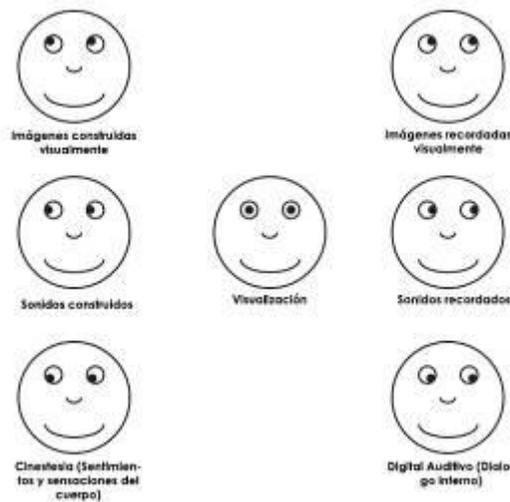
construir sonidos.

\* Para acceder a sensaciones los ojos irán, típicamente, abajo y a nuestra derecha.

\* Cuando hablamos con nosotros mismos, los ojos irán, normalmente, abajo y a la izquierda. Desenfocar los ojos y mirar hacia delante, «mirando a lo lejos», también es señal de visualización.

Siempre hay excepciones, y por esto deberá observarse cuidadosamente a una persona antes de aplicarle las reglas generales”.

La figura 1 muestra las “pistas de acceso ocular” declaradas en la PNL



**Figura 1.** Patrones oculares ideales. Fuente: “Introducción a la PNL”. Joseph O’connor

El objetivo de este trabajo es verificar experimentalmente la relación que existe entre los movimientos oculares y los canales de acceso visual, auditivo y kinestésico, con el fin de diseñar un sistema de software y hardware que con el simple monitoreo ocular durante un intervalo de tiempo en que un individuo se encuentra hablando, permita identificar el modo de aprendizaje de éste. Ya que se parte de la hipótesis de que los procesos mentales relacionados con imágenes, sonidos y sensaciones provocarán movimientos oculares específicos (pistas de acceso ocular) cuando el individuo piensa mediante imágenes, sonidos y sensaciones respectivamente.

### Contexto

Este trabajo se realizó en la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional, la investigación comenzó en el 2013.



**Marco teórico-referencial**

La tabla 1 muestra una comparativa con trabajos similares.

Trabajo Propio	Eye-Tracking Lie- Detection Method [6]	Unidad portátil para el monitoreo y registro de respuesta pupilar y movilidad ocular [7]	<i>Diseño e implementación de un sistema de monitoreo del nivel de alerta humano en tiempo real basado en el comportamiento ocular, aplicado a seguridad [8]</i>
Un sistema usa un algoritmo Eye-tracking para monitorear los ojos y hace un análisis de las posiciones del ojo en el tiempo para detectar los procesos mentales relacionados con “las pistas de acceso ocular”.	Sistema desarrollado por la Universidad de Utah, el cual está basado en tecnología de seguimiento del movimiento y reacción ocular. Usando el movimiento del ojo para detectar mentiras que contrasta con la prueba del polígrafo. En lugar de medir la reacción emocional de una persona a la mentira, la tecnología eye-tracking mide la reacción cognitiva de la persona. Para ello, se registra una serie de mediciones mientras el sujeto está respondiendo a una serie de verdaderas y falsas preguntas en una computadora. Estas medidas incluyen la dilatación de la pupila, el tiempo de respuesta, leyendo, tiempo al releer, y los errores.	El sistema utiliza un algoritmo de eye-tracking para monitorear tanto movimiento como expansion y dilatación de la pupila, sin embargo su aplicación no es para fines de modos de aprendizaje	El monitoreo se hace de una forma similar al sistema propuesto pero con una aplicación distinta.

**Tabla 1.** Trabajos relacionados en temática al propuesto



## Metodología

Para registrar el movimiento ocular del usuario, se diseñó un sistema basado en una cámara de video y un software que registra movimientos del ojo a través de la reflexión corneal de éste a un haz infrarrojo. El sistema completo cuenta con los elementos y características necesarias para la detección, obtención y registro de los cambios producidos por el movimiento ocular.

Para obtener las posiciones de movimiento ocular se desarrolló un módulo para registrar de manera adecuada las posiciones a través de coordenadas, siguiendo lo estipulado por un algoritmo para el seguimiento ocular denominado Eye-Tracking.

**Eye-tracking.** Es el proceso de medir el movimiento de un ojo con relación a la cabeza o el punto donde se fija la mirada. *Eye-tracking* como un dispositivo es el que mide la posición de los ojos y el movimiento del ojo. *Eye-tracking* se aplica en varios campos de investigación, como, neurociencia, psicología, marketing y publicidad, la informática, diseño de productos.

El uso del *Eye-tracking* tiene un potencial muy significativo para mejorar la calidad entre la interface de hombre y máquina [3]. Hay dos tipos de interface entre hombre y máquina, interfaces activas y pasivas. Las interfaces activas son las que permiten al usuario controlar la interface con el movimiento ocular. Las interfaces pasivas se encargan de monitorear los movimientos oculares del usuario y usan esta información para resolver algún problema [4].

Una vez registrado el movimiento ocular, éste se analiza en las 6 zonas estipuladas en la figura 1 y se saca un promedio del tiempo del ojo en cada posición específica. El tiempo en cada posición es una medida del tiempo en que el proceso mental se enfocó en cada patron de acceso (visual, auditivo, kinestésico). En la figura 2 se muestra el sistema funcionando.



Fig 2. Sistema monitoreando los ojos del alumno

## Resultados

Para obtener de una manera cualitativa la eficiencia del sistema se procedió a elaborar una prueba de modos de aprendizaje estándar a un grupo de 30 estudiantes de la curricula de Ingeniería en Sistemas Computacionales y se comparó con la prueba de monitoreo ocular.

Los siguientes fueron los resultados:

- 1)37.5% mostraron ser visuales



- 2)36% mostraron ser kinestésicos
- 3)26.5 mostraron ser auditivos

Después de la prueba de monitoreo ocular, el sistema arrojó que en un 63.6% la forma de aprendizaje coincidió con la prueba de papel aplicada. Consideramos que el grado de error se debe a la forma que se utilice para monitorear los ojos, ya que se le hicieron preguntas al monitoreado que evocaran imágenes, sonidos y sensaciones, pero no se garantiza que el usuario respondiera así. Por lo que en el futuro se piensa cambiar el cuestionario por un audio.

### Conclusión

Los resultados fueron satisfactorios, dado que más de la mitad de los analizados resultaron coincidir con el perfil de la prueba. Hacen falta más pruebas en diferentes condiciones de edad, grado de estudios y con estimulantes de procesos mentales diferentes, tal es el caso de un audio

### Referencias

- [1] Joseph O'Connor. (1995). *Introducción a la PNL*. Barcelona, España: Urano.
- [2] A. Becerra, F. Sánchez. "Análisis de las variables implicadas en la detección de la mentira." *Revista de Psicología Social* [Online]. Vol. 4(2), pp. 167-176. Available: <http://eprints.ucm.es/6173/1/CREDIBILIDAD.pdf> [June 15, 2012].
- [3] Mahon, J. Edwin, "The Definition of Lying and Deception". Available: <http://plato.stanford.edu/entries/lying-definition/>, February 21, 2008. [June 29, 2012].
- [4] A. Duchowski, "A breadth-first survey of eye-tracking applications", *Behavior Research Methods Instruments and Computers* 34 (4) (2002) 455-470.
- [5] Jorge Cuadrado Andrade. "Estimulación dependiente de la actividad registrada en tiempo real con técnicas de electrofisiología en el sistema nervioso". Universidad Autónoma de Madrid, March 2011. Disponible: <http://arantxa.ii.uam.es/~jms/pfcsteleco/lecturas/20110304JoseCuadrado.pdf> [April 12, 2013]
- [6] University of Utah. "You Can't Hide Your Lying Eyes". Disponible: <http://www.unews.utah.edu/old/p/070910-1.html>, July 12, 2010. [July 15, 2012].
- [7] Suaste, E., & Vergara, E. (1988). Unidad portátil para el monitoreo y registro de respuesta pupilar y movilidad ocular. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica*. Volumen IX. Número, 1, 83-1.
- [8] Calasanz Sapunar, L. A. (2007). *Diseño e implementación de un sistema de monitoreo del nivel de alerta humano en tiempo real basado en el comportamiento ocular, aplicado a seguridad vial* (Doctoral dissertation, QUITO/EPN/2007).



## Contacto

M. En C. Jacqueline Arzate Gordillo, [jarzategordillo@gmail.com.mx](mailto:jarzategordillo@gmail.com.mx)

M. En C. María del Rosario Rocha Bernabé, [rrocha@gmail.com.mx](mailto:rrocha@gmail.com.mx)

Dr. José Alfredo Jiménez Benítez, [alfredojimben@gmail.com](mailto:alfredojimben@gmail.com)

Escuela Superior de Cómputo – Instituto Politécnico Nacional.

