



## Predictores cognitivos de rendimiento académico en estudiantes de diseño industrial

### Cognitive Predictors of Academic Achievement in Students from the Industrial Design field

Miguel Ángel Álvarez, Claudia Morales, Diana Rosa Hernández, Lemay Cruz y Mauricio Cervigni

**RESUMEN:** El ingreso a carreras como Diseño exige habitualmente exámenes de aptitud basados en nociones, según las cuales los estudiantes debían tener un rendimiento determinado en evaluaciones cognitivas de habilidades viso espacial y perceptuales, asumiendo que este rendimiento garantiza el desempeño posterior durante la carrera. Este trabajo es un estudio preliminar sobre las relaciones entre el rendimiento de los procesos cognitivos y el académico en 82 estudiantes de Diseño Industrial, y pretende determinar cuáles son los procesos que pudiesen predecir el desempeño académico. Los resultados muestran que estos procesos predictores no son las habilidades perceptuales, sino que existe un patrón especial diferenciado según el sexo que relaciona en las estudiantes la flexibilidad cognitiva con las notas en asignaturas de perfil dibujo y en los estudiantes la velocidad de procesamiento de la atención con las notas de perfil diseño.

**PALABRAS CLAVE:** diseño, rendimiento académico, procesos cognitivos.

**ABSTRACT:** The students' entrance to careers such as Design usually demands a previous skill exam based on notions where they should show visual spatial and perceptive cognitive skills, meaning that this will warrantee their further academic achievement. This paper is a preliminary study on the relationship between cognitive and academic performances, with 82 students from the field of Industrial Design. The aim is to determine which processes could predict the student academic performances. Results showed that these factors are not perceptual skills, but instead there is a special sex-differentiated pattern that relates cognitive flexibility with scores on drawing subjects for female students, and attention processing speed with design scores in males.

**KEYWORDS:** design, cognitive achievement, cognitive processes.

## Introducción

Se asume habitualmente que no solo la motivación, sino también el rendimiento en determinados procesos cognitivos facilita al estudiante de Diseño y otras carreras similares el transcurso por la formación del grado y su posterior desempeño profesional. De ahí que se realicen exámenes de aptitud basados en este criterio. En este sentido, cobra interés indagar cuáles de estos procesos podrían funcionar como factores predictores del buen rendimiento académico durante la carrera. Tradicionalmente, se ha considerado que las habilidades de percepción y procesamiento visoespacial debían ser las de mejor valor pronóstico para una carrera en la que el resultado visual del material diseñado es el aspecto central. Pero este criterio se basa en inferencias sin demostración empírica y no existen antecedentes sobre cuáles procesos cognitivos son predictores del éxito académico en la carrera de Diseño en nuestro país.

No obstante, existen evidencias que respaldan que el rendimiento académico es el producto final de las interacciones entre los procesos cognitivos del alumno, su entorno familiar y las habilidades pedagógicas de los profesores [1, 2, 3, 4]. Cada uno de estos dominios presenta problemas teóricos y metodológicos propios.

En el área de los procesos cognitivos, identificar estas correlaciones en estudiantes de Diseño podría aportar información sobre cómo potenciar el desempeño del alumno y ajustar periódicamente los contenidos de la carrera.

Este informe presenta un estudio exploratorio y correlacional sobre procesos cognitivos de estudiantes de diseño industrial y sus vinculaciones con el rendimiento académico en los dos primeros años (entendidos como el ciclo básico de la carrera). Dado que no existen antecedentes directos de investigaciones de este tipo, se decidió evaluar el espectro general de los procesos cognitivos, desde los más elementales hasta los más complejos.

Los procesos cognitivos constituyen el sistema mediante el cual el cerebro maneja la realidad y aunque ocurren de manera simultánea y resulta imposible separarlos funcionalmente; para un mejor estudio de estos, se han dividido según criterios metodológicos. Una propuesta de división los separa en procesos elementales: como memoria, las habilidades visoespaciales y la atención; y procesos más complejos y superiores como las llamadas funciones ejecutivas, que constituyen los procesos de autorregulación de la conducta y el planeamiento de las acciones. La evaluación de la cognición se hace jerárquicamente, desde los procesos elementales hasta los más complejos. Adicionalmente, cada proceso es evaluado en dos dominios relativamente independientes; la calidad del proceso y su velocidad de procesamiento [5, 6, 7, 8].

Este trabajo es un estudio preliminar que pretende identificar cuáles son las características cognitivas que se asocian a un alto rendimiento académico en la carrera de diseño industrial. Estos resultados podrían ser extrapolados, con cautela, a carreras que comparten contenidos afines como la arquitectura o ingeniería industrial.

## Materiales y método

Se realizó un estudio transversal correlacional en el que se analizaron las relaciones entre un grupo de procesos cognitivos evaluados mediante baterías de pruebas computarizadas y las notas de las asignaturas propias de diseño en los dos primeros años de la carrera. Las baterías computarizadas son un conjunto de pruebas psicológicas que digitalizaron

1. STELZER, F. y CERVIGNI, M. "Desempeño académico y funciones ejecutivas en infancia y adolescencia. Una revisión de la literatura". *Revista de Investigación en Educación*, 2011, 9 (1), pp. 148-156.
2. RUDASILL, K.M., GALLAGHER, K.C. y WHITE, J.M. "Temperamental attention and activity, classroom emotional support, and academic achievement in third grade". *J Sch Psychol.* 2010, 48 (2), pp. 113-34.
3. LASSEN, S. R., STEELE, M. M. y SAILOR, W. "The relationship of school-wide positive behavior support to academic achievement in an urban middle school". *Psychology in the Schools*. 2006, No.43, pp. 701-712.
4. BLONDAL, K.S. y ADALBJARNARDOTTIR, S. "Parenting practices and school dropout: a longitudinal study". *Adolescence*, 2009, 44 (176), pp. 729-49.
5. GARON, N., BRYSON, S.E. y SMITH, I.M. "Executive Function in Preschoolers: A Review Using an Integrative Framework". *Psychological Bulletin*, 2008, 134(1), pp. 31-60.
6. ÁLVAREZ, M., TRAPAGA, M., MORALES, C. *Principios de Neurociencias para Psicólogos*. Buenos Aires: Paidós, 2013.
7. ÁLVAREZ, M., RODRÍGUEZ, A., MACÍAS, S. y PÉREZ, M. *Temas de Neurociencias para Psicólogos*. La Habana: Ed. Félix Varela, 2009.
8. LEZAK, M. *Neuropsychological Assessment*. New York: Oxford University Press, 1983.

con el objetivo de hacer su ejecución lo más homogénea posible. En estas aparecen los estímulos en el monitor de la computadora y la persona evaluada debe responder a través del teclado o el mouse en dependencia de la configuración de la prueba. Las baterías de pruebas computarizadas permiten tener en cuenta variables como el tiempo de reacción de forma más exacta con respecto a las pruebas clásicas de papel y lápiz; así como hacer evaluaciones masivas.

#### a) Muestra

Se estudiaron 82 estudiantes de cuarto año de Diseño Industrial (48 varones y 34 mujeres). En las mujeres la media de edad fue de 20 años con una desviación estándar de 6. En el caso de los varones, la media de edad fue de 22 años con una desviación estándar de 6,7.

#### b) Variables independientes

A los alumnos se les aplicaron dos baterías de pruebas computarizadas para la evaluación cognitiva [9,10] que exploraron los procesos cognitivos específicos que teóricamente podrían guardar relación con el proceso de diseño. Las variables medidas en cada proceso responden a la configuración de cada prueba:

1. Atención sostenida: Es el proceso cognitivo más relacionado con el rendimiento académico [11]. Se trata de la capacidad para mantenerse atendiendo a una tarea. Las variables medidas fueron: tiempo de reacción y cantidad de respuestas correctas ante una prueba de ejecución continua.

2. Memoria operativa visual del espacio: [12] Es una habilidad esencial para las tareas de representación visual. Se trata de la capacidad para almacenar en corto periodo de tiempo información visual, así como es el espacio donde se puede predecir el movimiento de los estímulos y hacer transformaciones mentales de los mismos. La variable medida fue: cantidad de respuestas correctas ante la identificación secuencial de la aparición de estímulos visuales en el espacio.

3. Memoria de figuras abstractas: Es una evaluación directa de la percepción y memorización de patrones visuales [12]. Las variable medida fue la cantidad de respuestas correctas al memorizar figuras abstractas con patrones gestálticos.

4. Funciones ejecutivas: Constituyen una medida general de la capacidad de abstracción y flexibilidad [13]. Se evaluaron los procesos de flexibilidad cognitiva y resistencia a la interferencia que son las formas más clásicas de evaluar estas funciones. Las variables medidas fueron: cantidad de respuestas correctas y cantidad de perseveraciones (cuando la persona insiste en seguir un algoritmo, aun cuando este ha cambiado) ante una tarea de clasificación de conceptos cambiantes y mantener respuestas correctas aun en presencia de información contextual que interfiere con ellas

Para la evaluación se mantuvieron las condiciones ambientales mínimas requeridas [14].

#### c) Variables dependientes.

Notas de primero y segundo año de las siguientes asignaturas relacionadas directamente con el diseño: Diseño Básico I, II, III y IV, Geometría Descriptiva, Dibujo Natural I y II, Matemática, Perspectivas y Sombras, Semiótica de la Imagen y Técnicas de Representación.

#### d) Análisis estadístico.

Se aplicaron los siguientes procedimientos: análisis factorial [15] y ecuaciones de regresión múltiple [16].

9. ÁLVAREZ, M. A., CARVAJAL, F., FERNÁNDEZ YERO, J. L., NIURKA, C., MAR, C., ROBAINA, R., FUMERO, R. A., LAZA, C., OLIVARES, A., SERRA, Liana, BRUGUÉS, y S., PÉREZ, H. *Manual SESH 1.0 UNICEF*. La Habana: UNICEF, 2004.
10. ÁLVAREZ, M. *et al.* VINCI. *Prueba computarizada para evaluación cognitiva*. La Habana: Universidad de La Habana. Facultad de Matemática y Computación. Departamento de Psicología Biológica, 2008.
11. KELIP, J. G., HERRERA, J., STRITZKE, P., y CORNBLETT, B. A. "The continuous performance test, identical pairs version (CPT-IP). III. Brain functioning during performance of numbers and shapes subtasks". *Psychiatry Research*, 1997, No. 74, pp. 35-45.
12. WECHSLER, D. *Wechsler Memory Scale*. San Antonio: The Psychological Corporation, 1987.
13. BERG, E. A simple objective technique for measuring flexibility in thinking. *J. of General Psychol.* 1948, No. 39, pp. 15-22.
14. MATAMOROS, M. y ÁLVAREZ, M. "Condiciones de uniformidad ambiental para laboratorios de neurocognición". *Rev. Neurol* 2002, 35 (9), pp. 895-899.
15. WHERRY, R. J. *Contributions to correlational analysis*. New York: Academic Press, 1984.
16. STATSOFT. INC. *Statistica*. Six Sigma. Tulsa: StatSoft. Inc., 2007.

## Resultados

### I. Análisis de los patrones de asociación intrínsecos de las asignaturas

Con el propósito de conocer la estructura interna de las relaciones entre las calificaciones en las asignaturas cursadas por los estudiantes hasta el 2do año, se realizaron análisis factoriales exploratorios por componentes principales para identificar cuáles asignaturas presentan patrones de asociación consistentes entre ellas.

En la tabla 1 y la figura 1, se presentan los dos factores seleccionados por el método de Scree [17] y rotados por una rotación Varimax normalizada con autovalores superiores a 1. Se muestran solo las saturaciones superiores a 0,70.

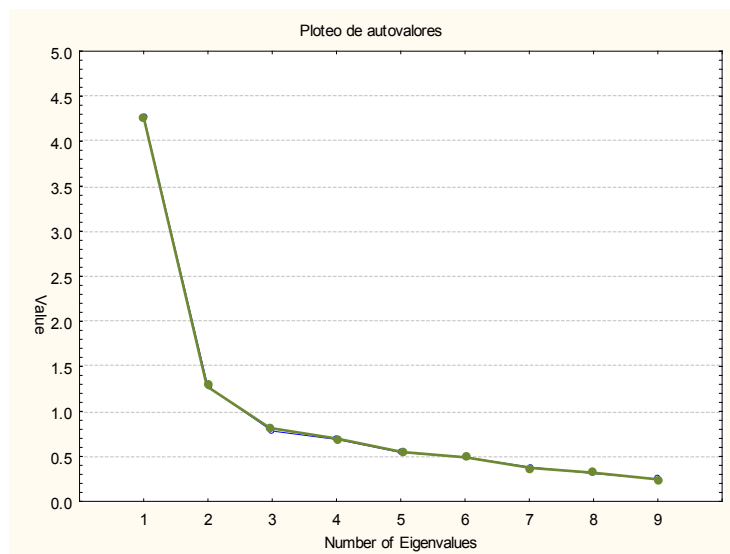


Figura 1: Gráfico de Scree para extracción de factores.

Tabla 1: Saturación de los dos factores y varianza explicada.

| Asignaturas            | Factor - 1  | Factor - 2  |
|------------------------|-------------|-------------|
| Diseño Básico I        |             |             |
| Geometría Descriptiva  | <b>0.74</b> |             |
| Dibujo Natural I       | <b>0.73</b> |             |
| Diseño Básico II       |             |             |
| Perspectiva y Sombras  | <b>0.82</b> |             |
| Dibujo Natural II      | <b>0.75</b> |             |
| Diseño Básico III      |             | <b>0.87</b> |
| Semiótica de la Imagen |             |             |
| Diseño Básico IV       |             | <b>0.72</b> |
| Varianza total         | <b>0.39</b> | <b>0.28</b> |

El primer factor con el 39 % de la varianza explicada tiene las mayores saturaciones en las asignaturas Perspectiva y Sombras, Geometría Descriptiva y Dibujo Natural I y II. De ahora en adelante se le llamará “Factor Dibujo”. El segundo factor con el 28 % de la varianza tiene las mayores saturaciones en las asignaturas Diseño III y IV. De ahora en adelante se le llamará “Factor Diseño”.

Para facilitar el análisis se crearon dos índices a partir de estos factores: “Índice Dibujo” que consta del promedio de las puntuaciones de las cuatro variables de mayor saturación en el primer factor; e “Índice Diseño” del promedio de las puntuaciones de las dos variables de mayor saturación en el segundo factor. Estos dos índices se usaron como variables dependientes.

### II. Relación entre los índices encontrados según el patrón de las asignaturas y las variables de las evaluaciones de los procesos cognitivos

Se calcularon ecuaciones de regresión múltiple para buscar correlaciones que indiquen predictibilidad, usando como variables dependientes los índices Dibujo y Diseño, y como independientes las variables de las pruebas cognitivas. En el grupo total, no se encontró ninguna ecuación que relacionara las variables cognitivas con los índices de notas. Los procesos cognitivos relacionados con la percepción y memoria de figuras abstractas gestálticas y con la memoria de figuras en el espacio no determinaron ninguna ecuación significativa de manera independiente ni como variables adicionales de las dos ecuaciones significativas encontradas.

17. CATTELL, R. B. “The scree test for the number of factors”. *Multivariate Behavioral Research*, 1966, No. 1, pp. 245-276.

Sin embargo, estas relaciones aparecieron al realizar el análisis diferenciado por sexo encontrándose dos ecuaciones significativas.

III. Relación entre los índices encontrados según el patrón de las asignaturas y las variables de las evaluaciones de los procesos cognitivos según el sexo de los sujetos.

En las mujeres se pudo encontrar una ecuación de regresión significativa negativa con una variable independiente de la flexibilidad cognitiva: errores por perseveración y el Factor Dibujo como dependiente. Los valores de esta ecuación fueron:  $\beta = -0,40$ ,  $F = 6,07$  y  $p = 0,02$ .

Este resultado sugiere que las estudiantes que tienen una mayor flexibilidad cognitiva obtienen mejores notas en las asignaturas del Índice Dibujo.

Por otra parte, en los hombres, las relaciones predictivas son diferentes. Se encontró una ecuación de regresión significativa entre la variable independiente: desviación estándar del tiempo de reacción a las respuestas correctas de atención y la dependiente Índice Diseño. Los valores de esta ecuación fueron:  $\beta = -0,31$ ,  $F = 4,95$  y  $p = 0,03$ .

Una interpretación de estos dos resultados es que en las mujeres una mayor flexibilidad cognitiva se asocia a mejores notas en las asignaturas del Factor Dibujo y en los hombres una mayor coherencia en la rapidez de respuesta de una tarea de atención se asocia a mejores notas en el factor Diseño.

## Discusión de los resultados

Los resultados obtenidos ofrecen dos elementos prácticos para la enseñanza del diseño y la arquitectura, debido a que ambas profesiones comparten algunos contenidos y perfiles de trabajo.

El primero es que los procesos esencialmente perceptuales no son precisamente predictores de las asignaturas agrupadas en los factores Dibujo y Diseño. Este resultado es importante desde el punto de vista teórico y práctico. La importancia teórica consiste en demostrar que las tareas de diseño consisten en algo más que tener habilidades visuoespaciales o perceptuales, sino que necesitan un núcleo cognitivo de pensamiento abstracto. Los procedimientos empleados en este estudio no permiten formular una hipótesis explicativa ya que no se registró actividad cerebral, por lo que es una tarea pendiente.

Desde el punto de vista práctico, se infiere que si se fuera a hacer selección de estudiantes para estas carreras, los procesos perceptuales y de manipulación visuoespacial no serían los más importantes.

Los dos procesos cognitivos con valor predictivo sobre el rendimiento académico están relacionados con la eficiencia cognitiva general y no perceptual. La menor desviación estándar del tiempo de reacción a las respuestas correctas en la atención, es indicador de una alta eficiencia en el procesamiento de información por el sistema nervioso, propiedad altamente relacionada con la capacidad intelectual general [18]. La flexibilidad cognitiva, por su parte, es el indicador del funcionamiento de los lóbulos frontales del cerebro, que sirven de sustrato a los procesos de abstracción y generalización que fundamentan todo procesamiento cognitivo complejo [19] como por ejemplo, la tendencia a perseverar en una estrategia o de mantenerla cuando la información que se recibe sugiere lo contrario.

De esta forma es posible indicar que aquellos estudiantes con mejor rendimiento en procesos cerebrales de eficiencia cognitiva general, tendrán mejor aptitud para flexibilizar e innovar respuestas en el enfrentamiento con

18. POSNER, M. y PETERSEN, E. "The attention system of the human brain". *Ann Rev Neurosci.* 1990, No.13, pp. 75-79.
19. JÓDAR-VICENTE, M. "Funciones cognitivas del lóbulo frontal". *REV NEUROL*; 2004, 39 (2), pp. 178-182.

un problema. Contrapuestamente, los estudiantes con menor rendimiento en estos procesos, contarán una mayor propensión a repetir respuestas erróneas cuando la pauta de resolución del inconveniente se ha modificado, influyendo en una menor calidad general de las respuestas nuevas, y en una mayor cantidad de tiempo para obtenerlas.

El otro elemento a considerar es el patrón diferencial por sexo. Este resultado es coherente con los conocimientos actuales sobre la diferencias en la cognición entre los sexos que se deben al efecto de las hormonas esteroides en el cerebro durante el período correspondiente al desarrollo de las personas antes del nacimiento. El resultado es que en el sexo masculino existe una facilitación cognitiva para procesos perceptuales del espacio y en el femenino para los verbales [20]. Esto no implica preponderancias cognitivas de un sexo sobre otro, sino particularidades que todavía no han sido incorporadas al campo pedagógico. La aplicación de estas diferencias cognitivas por sexo es una tarea pendiente en la pedagogía.

## Conclusiones

Es recomendable —principalmente para el cuerpo profesoral— tener cautela cuando se trata de hacer inferencias sobre los procesos cognitivos subyacentes a asignaturas de diseño. La información repetida por tradición y acorde con el sentido común, las habilidades perceptuales, no parecerían ser, en este caso, representativa de los factores predictores. Es también importante que se realicen este tipo de estudios que sirvan para dar cuerpo científico a procesos como exámenes de aptitud y planificación de planes de clases.

Es necesario indicar que aquellas habilidades que por sentido común se presumían como indicadores del rendimiento académico en este tipo de carreras, pueden ser factores de influencia, pero no factores predictores. Se invita, entonces, a mantener prudencia a la hora de realizar relaciones entre algunas de estas habilidades intelectuales y el rendimiento del alumno. Por una parte, evitar asociar que un rendimiento académico determinado responde a un nivel de habilidad intelectual semejante. Contrapuestamente, sería incorrecto inferir que los alumnos con un determinado rendimiento intelectual, necesariamente van a tener un rendimiento académico congruente con ello. Igualmente conviene incluir en esta concepción las diferencias que se producen según el sexo de los alumnos sin que esto comprometa éticamente la enseñanza.

Los conocimientos actuales sobre el funcionamiento del cerebro y los métodos disponibles para el procesamiento de datos pueden servir como herramientas para perfeccionar el diseño curricular y el manejo del alumno.

Finalmente, estos resultados se han tomado solamente a partir del rendimiento académico. Falta entonces complementarlo con el conocimiento de las relaciones entre la flexibilidad cognitiva y la velocidad atencional en el éxito en la vida profesional, no solo de diseñadores industriales sino de otras profesiones afines.

Este es uno de los posibles caminos de la emergente disciplina de neuroeducación.

20. SISK, C. L., ZEHR, L. "Pubertal hormones organize the adolescent brain and behavior". *Frontiers in Neuroendocrinology*. 2005, vol. 26, pp. 163–174.



*Miguel Ángel Álvarez*  
Psicólogo. Doctor en Ciencias Psicológicas. Instituto Superior de Diseño (ISDI). Profesor e Investigador Titular. Contacto: email malv@infomed.sld.cu



*Claudia Morales*  
Psicóloga. Investigadora asociada del Laboratorio de Neurocognición del ISDI.



*Diana Rosa Hernández*  
Diseñadora. Profesora asistente del ISDI.



*Lemay Cruz*  
Ingeniero Industrial. Profesor asistente del ISDI.



*Mauricio Cervigni*  
Psicólogo. Doctor en Psicología. Universidad Nacional de Rosario (UNR - Argentina).