

# LA MOTIVACIÓN EN ALUMNOS DE INGENIERÍA. UN TALLER DE DIVULGACIÓN QUE EMPLEA CASOS SIMULADOS CON MATRICES

*Daniel Salado Mejía, Lorena Jiménez Sandoval*

## **Resumen**

Se presentan los resultados iniciales de un estudio que se realiza en el marco del dominio afectivo con el objetivo de identificar si la motivación hacia las matemáticas que tienen los estudiantes de ingeniería se modifica al trabajar con actividades que involucran el concepto de Matriz en lo que se ha llamado “casos simulados”. Se diseñaron actividades que se implementaron en un taller de divulgación científica en el que participan estudiantes de ingeniería, con la finalidad de promover la motivación hacia la matemática, y será a través de lo capturado en videograbaciones, entrevistas y la aplicación de un quiz sobre motivación que caracterizaremos la motivación antes, durante y después de la implementación del taller en la idea de aportar elementos que nos permitan entender qué es lo que impulsa a las personas a hacer lo que hacen.

## **Introducción**

El origen de nuestra investigación se dio en dos ejes: la matemática educativa y la divulgación científica. El primero, como todo trabajo en esta área, surge desde el momento en que existe interés por entender la forma en que aprenden los estudiantes de nivel superior. El interés sobre el concepto de matriz se origina luego de una primera exploración bibliográfica en la que encontramos que es uno de los conceptos que se estudia en los primeros cursos de álgebra en el nivel superior y que tiene además diversas aplicaciones en plano de la ingeniería.

El segundo eje se relaciona con el interés personal que tengo luego de trabajar cerca de 6 años en un grupo de divulgación científica en el estado de Zacatecas llamado Grupo Quark. En este grupo se desarrollan distintas actividades con el objetivo de informar, generar interés y crear actividades de carácter lúdico en la búsqueda de dar a conocer hechos y principios de las ciencias como Física, Química, Biología y Matemáticas. Sin embargo, es de esta última ciencia de la que menos se han desarrollado actividades de tipo recreativas para el trabajo con estudiantes de nivel superior, las actividades con las que actualmente se cuenta están dirigidas más a los niveles Básico y Medio Superior.

Específicamente, en el Grupo Quark no se trabajan muchas actividades en las que se empleen las matemáticas porque la mayoría de los instructores del grupo no les llama la atención trabajar con matemáticas, de forma tal que esto es el impulso inicial para identificar y/o diseñar actividades que motiven el interés por la matemática en los participantes de este tipo de talleres de divulgación científica.

## **Antecedentes**

La siguiente información se asocia a nuestro trabajo en el abordaje de temas de motivación. Cada uno de los estudios que se reseñan muestran resultados sobre cómo incide la motivación en el aprendizaje de las matemáticas y cómo este tipo de investigaciones tiene cabida en la Matemática Educativa.

Como profesores hemos encontrado antipatía por parte de los alumnos hacia estudiar matemáticas, dichos resultados los podemos encontrar, por ejemplo, en registros hechos por Larkin y Jorgensen (2015), quienes analizan las emociones de alumnas de 6<sup>to</sup> grado de primaria y cuyos resultados muestran que ellas se sienten disgusto por estudiar matemáticas. De las principales emociones que estas alumnas relacionan con la matemática se encuentran: tristeza, odio, frustración, confusión entre otras, y dichas emociones las encuentran ya sea en Matemáticas vistas desde un punto de vista general o en temas específicos de la misma.

El uso de la motivación puede impactar en otras emociones o viceversa, a mí parecer, pueden ayudar en el aprendizaje y compromiso de los estudiantes al aprender matemáticas. El estudio hecho por Barnes (2015) muestra que alumnas entre 10 y 11 años desarrollan interés por resolver problemas y muestran perseverancia en encontrar la solución cuando trabajan con un material llamado “*palillos de Cuisenarie*” que las lleva a buscar patrones de comportamiento.

Otro punto que refuerza el estudio de la motivación es el que argumenta Gómez (2005); el principal medio para motivar a los alumnos es que aprendan (p. 2). Pero no todos se acercan a la escuela con los mismos condicionamientos. En la motivación hacia el aprendizaje tenemos que considerar aspectos muy diferenciados:

- El ambiente socio-cultural del alumno
- La imagen que tienen de sí mismos
- Los intereses personales
- Los estilos de aprendizaje.

Al analizar las respuestas de los estudiantes dadas en el Informe PISA 2003 (OCDE, 2005, citado en Gómez, 2005) se resaltan tres datos importantes sobre las actitudes de los alumnos de secundaria frente al estudio; el primero es que los estudiantes de los diferentes países tienen diversas características auto-identificadas que pueden ayudarlos a aprender. En segundo lugar, el grado en que las diferentes características se asocian con el rendimiento. Y en tercer lugar, muestran cómo influyen la motivación y las creencias sobre uno mismo al igual que los factores emocionales sobre la adopción de estrategias de aprendizaje eficaces, de este modo, dichos factores ayudan a los alumnos a convertirse en estudiantes de por vida.

Beumann (2015) hace un trabajo que se acerca bastante a lo que queremos hacer. Ella implementó un curso donde se generaba un laboratorio experimental donde los alumnos eran quienes desarrollaban todo el experimento, en esta investigación se buscaba encontrar una forma de caracterizar la motivación del aprendizaje que tuvieron tales estudiantes. Se hicieron cuestionarios antes de la primera sesión del curso y después de la última, con el objetivo de identificar aspectos como el *auto-concepto*, *interés*, *motivación intrínseca* y *extrínseca*. La caracterización de la motivación de aprendizaje no fue posible y presenta

datos cuantitativos que ella misma señala como no significativos para explicar la motivación. Aun con esto, dentro de sus resultados resalta comentarios que hicieron los estudiantes en los que expresan haberse sentido motivados con las actividades de manera que propone que existe un lazo entre el *interés asistido, la motivación y los experimentos matemáticos basados en el estudiante*. Con esto se concluye la importancia de los estudios sobre la motivación de un estudiante desde una perspectiva cualitativa.

En la una búsqueda inicial que nos permita en un futuro el diseño de casos simulados que empleen el concepto de matriz hemos encontrado estudios como el de Azoifeifa (2007) que expone el papel que juegan las matrices en la industria automotriz, particularmente en el diseño de la carrocería de un automóvil. Este modelo se basa en un modelo matemático llamado modelo de alambre, que es manipulable desde la computadora. En dicho modelo están presentes las matrices cuyas columnas corresponden a las coordenadas sobre un punto en la superficie de la carrocería.

Parraguéz, Maturana y Rodríguez (2013) trabajan en un sentido meramente matemático la relevancia del teorema de la matriz asociada a una transformación lineal TMATL. Aun siendo un estudio teórico se explica que:

La matriz asociada a la transformación lineal  $T$ , digamos  $A$ , depende de las bases  $B$  y  $B'$ . Normalmente uno elegiría  $B$  y  $B'$  para hacer el cómputo de matrices de coordenadas, tan fácil como sea posible. Sin embargo, uno en su lugar podría intentar elegir las bases  $B_1$  y  $B_2$  para hacer la matriz  $A$  lo más simple posible, digamos con un montón de ceros en sus coeficientes. Cuando esto se hace en la forma correcta, la matriz  $A$  puede proporcionar información importante sobre la transformación lineal (Parraguéz et al., 2013, p.2.)

Por último en el ámbito de la divulgación citamos a Martin y Osorio (2003) que nos hablan de un enfoque entre ciencia, tecnología y sociedad (CTS). Los contextos sociales e históricos siempre son un punto clave para la generación de conocimiento científico y tecnológico además de incorporar estos conocimientos en el ámbito educativo, aunque a veces se hace de manera tangencial al sector educativo. Es por eso que el enfoque CTS debe hacerse de forma activa, evaluando la participación. De lo que se trata es de reenfocar en la práctica los espacios y tiempos curriculares para dar lugar a flexibles, multidireccionales y participativas enseñanzas de la ciencia y la tecnología (p. 12)

### **Marco teórico**

Investigaciones sobre las creencias, actitudes y emociones indican una importante e inseparable relación entre lo cognitivo y el dominio afectivo en matemáticas (Larkin y Jorgensen, 2015). Ma & Kishor (2007, citado en Larkin & Jorgensen, 2015) sugieren que por cada componente cognitiva hay objetivo afectivo y que para cada componente afectivo hay un objetivo cognitivo. McLeod (1992, citado en Larkin y Jorgensen, 2015) propone que las creencias de los estudiantes acerca de las matemáticas pueden ser categorizadas en 4:

- a) La dificultad y la naturaleza de las matemáticas basada en reglas,

- b) El “yo” y la autoconfianza en aprender matemáticas y sus atributos para lograrlo o fallar,
- c) Cómo las matemáticas deben ser enseñadas y
- d) El contexto social para aprender matemáticas.

*La motivación* es un constructo teórico usado para explicar la iniciación, dirección, persistencia, intensidad y calidad del comportamiento, en especial el comportamiento dirigido por metas (Maehr y Meyer, 1997, referenciado en Brophy, 2004). *Los motivos* son constructos hipotéticos que explican por qué las personas hacen lo que están haciendo. Los motivos se distinguen de otros constructos relacionados como son las *metas* (objetivos inmediatos de una secuencia particular del comportamiento) y las *estrategias* (los métodos para lograr las metas y de esa forma satisfacer los motivos).

La motivación del estudiante se origina en las experiencias subjetivas de éste, especialmente aquellas relacionadas con su disposición de comprometerse con las clases, actividades de aprendizaje y las razones para hacerlo.

Las teorías sobre motivación intrínseca presentan a las personas como aquellas que siguen su propia agenda, hacen lo que hacen porque lo quieren hacer, en vez de tenerlo que hacer. Un ejemplo sobresaliente es la teoría de autodeterminación es la propuesta por Edward Deci y Richard Ryan (1985, 2002 respectivamente, citado en Brophy, 2004). Cuando las personas están motivadas intentan cumplir una tarea y emprenden una acción orientada con una meta para lograrlo, al grado de que esto es auto-determinado, es experimentado como elegido de forma libre y surge de uno mismo, no es hecho bajo presión de una necesidad interna o una fuerza externa.

El prototipo de comportamiento auto-determinado es una acción intrínsecamente motivada en la que las personas se comprometen porque quieren hacerlo. Las acciones intrínsecamente motivadas no separan consecuencias motivacionales; la única “recompensa” necesaria para ellos es el interés espontáneo y el disfrute que experimentamos como lo hacemos con ellos. Ellos cuentan con el interés, la curiosidad, la espontaneidad y exploración en nuestros alrededores.

La teoría de la auto-determinación específica que los ajustes sociales promueven la motivación intrínseca siempre que se satisfagan tres necesidades psicológicas innatas: *La autonomía* (la auto-determinación en decidir qué hacer y cómo hacerlo), *la competencia* (habilidades desarrolladas y ejercitadas para la manipulación y control del ambiente) y *la relación* (afiliación con otros a través de relaciones pro-sociales). En otras palabras, las personas son inherentemente motivadas a sentirse conectadas con otras dentro de un medio social, para funcionar efectivamente en ese medio, y a tener un sentimiento de iniciativa personal mientras lo hacen.

## **Metodología**

Para el diseño de actividades nos basamos en García (2008) que hace énfasis en que las actividades no deben hacerse de manera espontánea o improvisada. Deben prepararse y hacerse bajo el respaldo de un modelo. Una vez seleccionado el tema de trabajo se empieza a buscar los modelos que funcionen mejor para emplearse dentro de un taller.

El modelo lúdico-experimental tiene como objetivo propiciar el acercamiento recreativo con la ciencia y debe contener ciertos elementos:

- a) *Objetivos.* Ya sea propiciar el aprendizaje o generar actitudes y aptitudes favorables hacia la ciencia, todo modelo debe tener establecidas las metas que persigue.
- b) *Estructura.* Las características particulares de cada actividad necesitan una aproximación específica para el proceso. No es lo mismo que se le pida a los participantes que se construya un modelo a que sean meramente observadores. Cada modelo debe tener una estructura propia.
- c) *Interacción completa.* En todos los aspectos se buscará que el participante se apropie de la actividad. Los modelos deben buscar una interacción completa: física, intelectual y emocional.
- d) *Material.* Cada modelo para que funcione de manera óptima debe tener los materiales adecuados para ejecutarla. García (2008) recomienda que sean materiales fáciles de conseguir y de precio bajo.

Estas características se espera cubrir las con el diseño de “casos simulados” que es una propuesta de trabajo diseñada por el Grupo Argo (Martín & Osorio, 2003) en un enfoque científico, tecnológico y social (CTS).

Los casos simulados son una propuesta en la que a partir de una noticia ficticia, pero verosímil, se genera una discusión en la que intervienen varios aspectos sociales a través de ideas, opiniones o intereses diversos.

El desarrollo del caso simulado se da de la siguiente forma: primero se da lectura de la noticia ficticia y luego se dan documentos complementarios para entender de forma lo más entera posible el problema discutido en la noticia. Después se asignan papeles a los estudiantes, de forma que se comprometan con su rol y tengan argumentos para defender el rol que se les asignó. Después se les pide a los estudiantes que sigan documentándose acerca del tema para terminar en una mesa de debate. Finalmente se deja de lado la noticia ficticia y se analiza lo aprendido al respecto al tema.

### **Conclusiones y reflexiones**

Emplearemos el taller de divulgación científica para crear un espacio en el que se presente al divulgador como alguien que puede reforzar el conocimiento impartido en el aula. En el caso que nos ocupa, el concepto de matriz y sus aplicaciones. Para el desarrollo del taller, buscaremos, recopilaremos y/o diseñaremos materiales didácticos relacionados con el tema de matrices y su empleo en casos simulados.

Coincidiendo con Beumann (2015) buscaremos establecer una relación entre la motivación que se promueve con actividades experimentales en las que se emplea la matemática y el empleo de los casos simulados en el diseño de estas actividades y su implementación en un taller de divulgación científica. De igual forma, haremos entrevistas antes del inicio del taller y después de la clausura del mismo para observar cambios en la motivación de los estudiantes en el aprendizaje de matrices, solamente que en vez de evaluar de forma cuantitativa, lo haremos de forma cualitativa.

### **Referencias bibliográficas**

- Azofeifa, C. (2007). Una introducción al aprendizaje de la teoría de matrices. *Actas del V Congreso sobre la Enseñanza de la Matemática Asistida por Computadora* (pp.1-8). Costa Rica.
- Barnes, A. (2015). Improving children's perseverance in mathematical reasoning: Creating conditions for productive interplay between and affect. *Actas del 9th. Congress of European Research in Mathematics Education*. Praga, República Checa.
- Beumann, S. (2015). Mathematical student-based experiments and their impact on motivation and interest. *Actas del 9th. Congress of European Research in Mathematics Education*. Praga, República Checa.
- Brophy, J. (2004). Student's motivation: The Teacher's Perspective. En Brophy, J. (2004). *Motivating Students to learn* (pp. 1-25). Londres, Reino Unido: Lawrence Erlbaum Associates, Publisher.
- Deci, E., & Ryan, R. (Eds.), (2002). Handbook of self-determination research. En Brophy, J. (2004). *Motivating Students to learn* (pp. 1-25). Londres, Reino Unido: Lawrence Erlbaum Associates, Publisher.
- García, M. (2008). A preparar juegos. En García, M. (2008). *Ciencia en todos los rincones* (pp. 103-111). Universidad Autónoma de Zacatecas, México.
- Gómez I. (2005). Motivar a los alumnos de secundaria para hacer matemáticas. En Ministerio de Educación y Ciencia (2005). *Matemáticas: PISA en la práctica*. Federación Española de Sociedades de Profesores de Matemáticas.
- Larkin, K. & Jorgensen, R. (2015). "I hate Maths: Why do we need to do Maths?" Using iPads video diaries to investigate attitudes and emotions towards Mathematics in year 3 and year 6 students. USA: Springer.
- Maehr, M., & Meyer, H. (1997). Understanding motivation and schooling: Where we've been, where we are, and where we need to go. En Brophy, J. (2004). *Motivating Students to learn* (pp. 1-25). Lawrence Erlbaum Associates, Publisher. Londres, Reino Unido.
- Martín, M. & Osorio, C. (2003). Educar para participar en la ciencia y la tecnología. Un proyecto para la difusión de la cultura científica. *Revista iberoamericana de educación*, 32, 165-210.
- McLeod, D. B. (1992). Research on affect in mathematics education: A reconceptualization. En Larkin, K. & Jorgensen, R. (2015). *"I hate Maths: Why do we need to do Maths?" Using iPads video diaries to investigate attitudes and emotions towards Mathematics in year 3 and year 6 students*. Ed. Springer.
- OCDE-PIS(2005). Informe Pisa 2003. Aprender para el mundo de mañana. En Ministerio de Educación y Ciencia (2005). *Matemáticas: PISA en la práctica*. Federación Española de Sociedades de Profesores de Matemáticas.
- Parraguéz, M., Maturana, I. & Rodríguez, M. (2013). APOE: una perspectiva cognitiva para el aprendizaje de la matriz asociada a una transformación lineal. *Actas del VII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática* (pp. 1798,1807). Montevideo, Uruguay.

**Autores**

*Daniel Salado Mejía*; UAZ. México; [daniels@grupoquark.com](mailto:daniels@grupoquark.com)

*Lorena Jiménez Sandoval*; UAZ. México; [lorejim79@hotmail.com](mailto:lorejim79@hotmail.com)