

diagonalización de una matriz. También hay muchas aplicaciones prácticas, entre las que destacamos: *El orden en que los resultados de la búsqueda aparecen en Google se determina mediante el cálculo de un vector propio* (ver <https://en.wikipedia.org/wiki/PageRank>).

## **PREGUNTA Y OBJETIVO GENERAL DE INVESTIGACIÓN**

Las preguntas de investigación que surgen de la presentación en los apartados anteriores, son por un lado desde la matemática: ¿Qué prerrequisitos son necesarios para el aprendizaje de los valores/vectores propios? y por otro, desde la cognición y la didáctica ¿Cuáles son las estructuras y mecanismos mentales asociados a la construcción de los conceptos valores/vectores propios? Para responder estas preguntas se posesionó esta investigación desde estudiantes de enseñanza media utilizando como marco teórico la teoría APOE. Consideramos que esa teoría es pertinente para este estudio dado que justamente se aboca al análisis de la construcción de conceptos matemáticos y proporciona una metodología que permite el diseño de instrumentos y el análisis de los datos de forma congruente con la propuesta teórica.

## **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA: TEORÍA APOE**

La teoría APOE (Acciones, Procesos, Objetos y Esquemas), desarrollada por Dubinsky (Arnon, Cottril, Dubinsky, Oktaç, Roa, Trigueros & Weller, 2014) y el grupo de investigación RUMEC (Research in Undergraduate Mathematics Education Community) es una teoría reconocida en la comunidad de investigación en Didáctica de la Matemática. En ella se toma como punto de partida el mecanismo de abstracción reflexiva propuesto por Piaget (Dubinsky, 1991) para describir la construcción de objetos mentales, relacionados con objetos matemáticos específicos. La abstracción reflexiva se pone de manifiesto en la teoría a través de distintos mecanismos: interiorización, coordinación, generalización, encapsulación y reversión, como se explicita a continuación.

Consideremos un concepto matemático. Un estudiante muestra una construcción acción de dicho concepto si las transformaciones que hace sobre él se realizan paso a paso, obedeciendo a estímulos que son y percibe como externos. Él ha interiorizado la acción en un proceso si puede realizar una operación interna que hace (o imagina) esencialmente la misma transformación enteramente en su mente, sin necesariamente realizar todos los pasos específicos. Por otra parte, dos o más procesos pueden coordinarse para construir un nuevo proceso y un proceso puede revertirse o generalizarse. Si el estudiante considera un proceso como un todo, y realiza y construye transformaciones sobre él, se afirma