

# **COOPERACIÓN EN EL APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS EN INGENIERÍA MEDIADA POR TIC: UNA REVISIÓN DE LA LITERATURA.**

## **Resumen**

Este artículo presenta los resultados de un análisis realizado sobre los procesos de cooperación, orientado específicamente a los trabajos en el área de matemáticas con incorporación tecnológica, como base para la formulación de una estrategia de aprendizaje que integra los conceptos sobre cooperación en dilemas sociales de pequeña escala, la gestión de la cooperación, el conocimiento como recurso común, los procesos de aprendizaje de la matemática y la incorporación de tecnologías de información y comunicación. El artículo presenta la metodología de análisis, los resultados obtenidos y las conclusiones generales que orientan la especificación de una estrategia de aprendizaje cooperativo en matemáticas. Los resultados muestran que la implementación del aprendizaje cooperativo en el aula proporciona resultados positivos en el desempeño académico, además de desarrollar habilidades sociales, individuales y de comportamiento, por otra parte se identifica que aspectos como la comunicación, el sentido de identidad y los aspectos motivacionales permiten integrar los estudios sobre aprendizaje cooperativo con la teoría de la cooperación, en la formulación de una estrategia de aprendizaje cooperativo, orientada a la matemática y mediada por tecnologías.

## **Palabras clave**

Enseñanza de las matemáticas, Técnica pedagógica, Tecnología educacional, Aprendizaje activo, Educación superior.

## 1. INTRODUCCIÓN

El área de Matemáticas presenta una problemática relacionada con los procesos de enseñanza y aprendizaje, que impactan en gran medida los resultados generales de la educación superior, especialmente en Ingenierías. Los estudios realizados por el Ministerio de Educación Nacional muestran que la mayor deserción acumulada a décimo semestre se presenta en los programas académicos del área de Ingeniería, Arquitectura, Urbanismo y afines con un 54%. En esta misma área de conocimiento al 3er semestre se ha acumulado el 69% de la deserción del área y a partir del tercer semestre se suaviza el crecimiento de la tasa de deserción. Una explicación está relacionada con la claridad que tiene el estudiante sobre las características y requerimientos que demanda el programa que está cursando, con respecto a contenidos curriculares, conocimientos y habilidades necesarias, competencias que desarrollará, perfil laboral, demanda del mercado y sector de la economía en el cual se podrá ocupar (MEN, 2008).

Además, es de resaltar que dicho comportamiento es similar al observado en el área de matemáticas, lo que presenta una connotación especial dada por la alta exigencia y los conocimientos requeridos para el éxito académico en los primeros semestres, el cual se supone ya superado en la educación media (MEN, 2008).

Una revisión de los procesos de aprendizaje de las matemáticas permite identificar los aspectos a mejorar. (Farhadian, Eslami, & Fadaee, 2007) plantean que uno de los deberes básicos de los docentes es formar creencias correctas y corregir las creencias falsas que

tienen los estudiantes acerca de las matemáticas. Algunas de las creencias incorrectas que mencionan son:

- Las matemáticas son difíciles, tediosas y áridas
- No hay una relación entre los problemas de la vida real y los ejercicios matemáticos,
- Las preguntas y los problemas de las pruebas matemáticas deberían ser los mismos que se encuentran en los libros o que fueron asignados en tareas. Cualquier otro problema es considerado difícil y fuera de contexto.

Estas creencias generan desmotivación en los estudiantes y por ende son algunas de las causas por las cuales el rendimiento académico en esta área no es satisfactorio.

La preocupación por mejorar la enseñanza de la matemática ha generado iniciativas como la del Comité de las Ciencias Matemáticas<sup>1</sup> que en el año 2000 reconoció la necesidad de mejorar la enseñanza de las matemáticas en los programas de pregrado (Moore, 2005). Dicho Comité reconoció las debilidades de los currículos de matemáticas y de la forma como esta disciplina estaba siendo enseñada, recomendando que los miembros de Facultades de Matemáticas se involucraran en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la matemática, así como en la investigación y creación de nuevo conocimiento. Más de una década después estas recomendaciones siguen siendo vigentes, si se considera que el Comité de Educación en Ciencias de Pregrado (Committee on Undergraduate Science

---

<sup>1</sup> Es un proyecto conjunto del Mathematical Sciences Education Board y el Board on Mathematical Sciences.

Education) del Consejo Nacional de Investigación (National Research Council) de los Estados Unidos reconoció la necesidad de elevar la importancia de la enseñanza matemática en pregrado y sugiere a las facultades fortalecer la infraestructura institucional para mejorar la calidad de la enseñanza y preparar mejor a sus estudiantes (Moore, 2005).

Por otro lado, (Bergeson, 2000) proporciona un recopilación de los resultados de múltiples investigaciones relacionadas con la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, identificando lo que según las investigaciones se debe y no se debe hacer, desde los estudiantes y los docentes para lograr una apropiación adecuada de esta disciplina. Los puntos más relevantes para el trabajo son:

- De la investigación de (Nickson, 1992) se concluyó que la linealidad y la formalidad asociada con la mayoría de los procesos de enseñanza de las matemáticas se obtienen de los esquemas de los libros de texto y tienden a reproducir la aceptación pasiva de las matemáticas desde lo abstracto, con muy poca relación entre el trabajo de los estudiantes y la vida real. Los estudiantes aceptan la naturaleza de las matemáticas en términos correctos o incorrectos y su principal preocupación consiste en corregir las matemáticas que están incorrectas.
- Los estudiantes que trabajan en solución de problemas matemáticos en pequeños grupos exhiben comportamientos y procesos que son similares al de los expertos. En general las conclusiones de la investigación en aprendizaje cooperativo de las matemáticas es consistente en que se aprecian diferencias positivas con respecto a las actitudes, mejora en las habilidades para la solución de problemas y comprensión de las matemáticas.

- Los profesores pueden maximizar el aprendizaje de las matemáticas en ambientes en pequeño grupo que motiven a los estudiantes con actividades que promuevan la elaboración de preguntas, explicaciones y otras acciones que involucren la expresión de sus ideas a los miembros del grupo y la recepción de realimentación.
- El uso de ambientes basados en computador impacta las actitudes de los estudiantes y la respuesta afectiva a la instrucción en álgebra y geometría. Adicionalmente, para cambiar el contexto social asociado con la instrucción tradicional, el acceso al computador proporciona un mecanismo para que los estudiantes descubran sus propios errores, haciendo a un lado la necesidad de un profesor como autoridad en el tema.
- Uno de cada dos estudiantes piensa que el aprendizaje de las matemáticas es básicamente memorización. Los estudiantes pierden rápidamente el significado de las matemáticas o lo ignoran y terminan considerando que los símbolos tienen vida propia, guardando muy poca relación con el problema que originó la representación.
- Los profesores de matemáticas necesitan enfocar la motivación y persistencia de sus estudiantes en dos aspectos: identificar el significado de la tarea matemática, más que en hacer la tarea y desarrollar competencias de pensamiento independiente y estrategias para la solución de problemas, más que en obtener la respuesta correcta al problema matemático.

Finalmente, la revisión teórica realizada por (Moore, 2005) reporta que se presentan mejoras en el aprendizaje de las matemáticas cuando dicho proceso se realiza en contextos que tienen significado sociocultural y cognitivo para el estudiante, con una pedagogía que

hace énfasis en el discurso del estudiante, la solución de problemas de la vida real y la creación de ambientes de aprendizaje, que involucran el trabajo colaborativo en grupo y la interacción estudiante-docente.

Por estas razones se formula una pregunta de revisión en los siguientes términos ¿Cuáles son las características a considerar en la formulación de una estrategia de aprendizaje cooperativo que utilice las tecnologías de la información y la comunicación, y que busca incrementar el desempeño en los cursos de matemáticas de primer semestre de ingeniería?

Para identificar unas primeras características a incorporar en la estrategia de aprendizaje, se parte de la revisión de experiencias que integren: la cooperación como principio fundamental, la utilización de tecnologías de la información y la comunicación y la enseñanza de la matemática. Dichos resultados se presentan a continuación, organizados de la siguiente forma: en una primera sección se presentan los parámetros considerados para la inclusión de diferentes estudios como base para el análisis, posteriormente se presentan los resultados obtenidos en el análisis y finalmente las conclusiones obtenidas en esta fase del trabajo.

## **2. METODOLOGÍA**

La selección de artículos de investigación para su análisis se realizó tomando como referencia el sistema Scopus, contemplando los siguientes criterios de selección:

- Fechas de publicación: 2005 en adelante
- El artículo presenta una experiencia de aprendizaje colaborativo o cooperativo en matemáticas.

- El artículo describe estrategias docentes relacionadas con el aprendizaje colaborativo o cooperativo.
- El artículo corresponde a un meta-análisis o un estado del arte sobre aprendizaje cooperativo y/o colaborativo o sobre dilemas sociales.
- Se seleccionan solo artículos disponibles a texto completo.
- El artículo profundiza sobre las características de la cooperación y la gestión de la misma.
- Palabras clave utilizadas en la búsqueda:
  - Cooperation learning AND mathematics AND engineering
  - Cooperation learning AND mathematics AND engineering undergraduate
  - Cooperation learning AND mathematics
  - Cooperation computer-assisted instruction AND mathematics.

Las referencias recuperadas se organizaron primero por fecha de publicación para realizar un proceso de selección y posteriormente por relevancia, con el interés de seleccionar las 10 referencias más recientes y las 10 primeras en orden de relevancia. Con cada referencia que cumplía con los criterios de selección se procedía a realizar la búsqueda del artículo completo en las bases de datos Academic Search Complete (EbscoHost), Journal Storage, Compendex, Directory of Open Access Journals e Internet, en caso de que no se encontrara el artículo a texto completo se excluía la referencia.

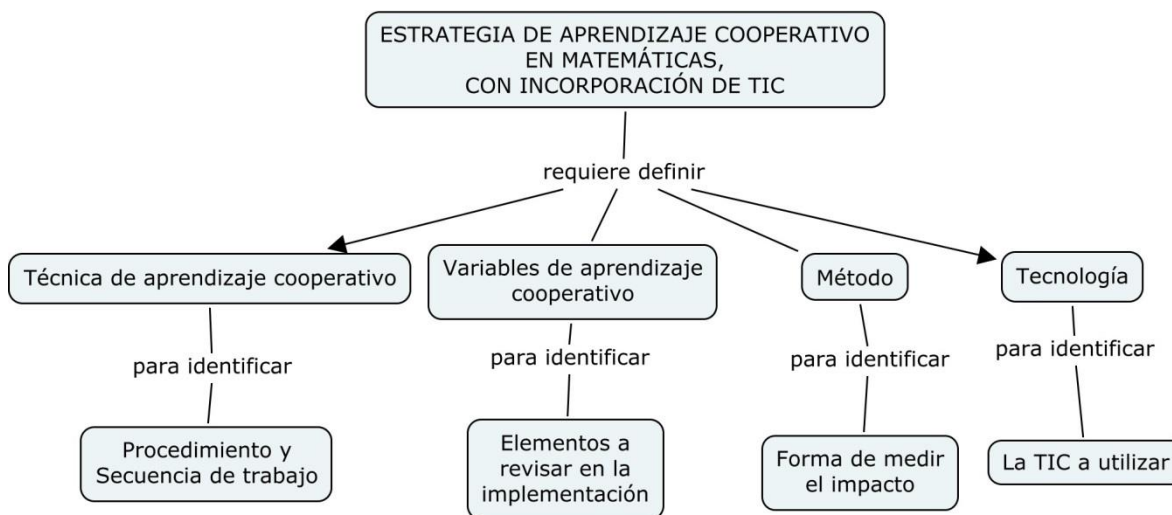
Los artículos seleccionados se revisaron completamente y se procedió a sintetizar los aspectos más relevantes de cada uno de los mismos registrándolos en una matriz de análisis que contiene los siguientes aspectos:

- Palabras de búsqueda
- Base de datos
- Palabras claves
- Referencia
- País
- Método
- Variables dep – indep
- Población
- Estrategia de aprendizaje cooperativo/colaborativo
- Conclusiones

La definición de la estrategia de aprendizaje cooperativo que incorpore la tecnología requiere definir 4 aspectos fundamentales: Técnica o procedimiento que se sigue en la actividad de aprendizaje, Variables que intervienen en el aprendizaje, Metodología de los estudios en el área y Tecnologías utilizadas, lo que proporciona un mapa para la organización de los resultados, como se observa en la siguiente figura.



Figura Esquema de revisión para la formulación de la estrategia



### 3. RESULTADOS

Las conclusiones derivadas del análisis se presentan a continuación organizadas en los 4 aspectos mencionados en el Esquema: Técnicas de Aprendizaje cooperativo/colaborativo, Variables relacionadas con el aprendizaje cooperativo/colaborativo, Aspectos metodológicos (conformación de grupos, tipo de estudio, organización de la actividad), Tecnologías utilizadas para el aprendizaje cooperativo/colaborativo en matemáticas.

#### 3.1 Técnicas de aprendizaje cooperativo/colaborativo

Antes de detallar los resultados alrededor de las técnicas de aprendizaje cooperativo/colaborativo, se va a hacer una precisión conceptual que se considera fundamental. Según lo planteado por Tagua de Pepa (2005) y Barkley, Cross, & Howell (2007) los términos cooperación y colaboración se tienden a utilizar indistintamente. Sin embargo, el aprendizaje cooperativo requiere de una división de tareas entre los integrantes

del grupo y una especificación de roles por parte del docente, en este sentido el aprendizaje cooperativo se concibe como una forma particular de aprendizaje colaborativo.

Por esta cercanía de los conceptos de aprendizaje cooperativo/colaborativo, se utilizarán indistintamente en el contexto de este trabajo.

En la definición de aprendizaje colaborativo se identifican 3 características esenciales (Barkley, Cross, & Howell, 2007):

- La primera característica es el diseño intencional. Es necesario estructurar las actividades de aprendizaje intencional, si es posible seleccionándolas de una serie de técnicas preestructuradas y documentadas o creando estructuras propias, lo importante es que dicha estructura sea intencional.
- La segunda característica es la colaboración. Esto significa que todos los miembros del grupo se deben comprometer activamente en alcanzar los objetivos señalados, cuando alguno de ellos se limita a ser observador, no se realiza aprendizaje colaborativo.
- La tercera característica es que tenga lugar un proceso significativo. Desde el punto de vista educativo, todas las actividades planeadas deben enfocarse al logro de los objetivos de enseñanza definidos, aun cuando la actividad genere un trabajo en grupo motivado y activo, si no se consiguen una modificación del conocimiento que tiene el estudiante, no se es exitoso en el aprendizaje colaborativo.

Adicionalmente, el trabajo realizado por Johnson & Johnson (2002) define 3 orientaciones del aprendizaje: cooperativo productivo, competitivo e individualista. El aprendizaje cooperativo productivo es aquel que logra las metas de aprendizaje propuestas tanto a nivel individual como de grupo, con la interacción de todos los miembros del mismo a través del reconocimiento de los objetivos comunes y el trabajo mancomunado por alcanzarlos. El aprendizaje competitivo es aquel donde se incentiva la competencia entre individuos para el logro de los objetivos de aprendizaje a través de incentivos o premiación. El aprendizaje individualista es aquel que incentiva el trabajo del individuo para el logro de los objetivos de aprendizaje. Los resultados de los trabajos realizados por Johnson & Johnson (2002) muestran mejoras en el desempeño académico de los estudiantes que realizan aprendizaje cooperativo productivo con respecto a las experiencias de trabajo competitivo e individualista.

Ahora bien, al profundizar en la revisión se encuentra que la variedad de técnicas de aprendizaje cooperativo puede ser muy grande, si se considera que cada estudio puede asumir procedimientos de implementación de la cooperación diferentes, aun así, en la revisión se encuentra que hay tradicionalmente un conjunto de técnicas que han hecho parte de las experiencias y que (R. E. Slavin, 1981) clasifica como:

- STAD – Student teams-achievement divisions. En las experiencias que utilizan STAD, el profesor presenta una lección, luego los estudiantes se reúnen en equipos de 4-5 individuos para intentar realizar un conjunto de hojas de trabajo sobre la lección, posteriormente los estudiantes toman quices individuales sobre el material y los puntajes individuales contribuyen al de sus equipos, basados en el grado de

mejora que presenten con respecto al promedio inicial. Los equipos con más altos puntajes en cada semana tienen algún tipo de reconocimiento en el curso (publicación en el diario, carteleras, etc).

- TGT – Teams-Games-Tournament. En las experiencias que usan TGT los estudiantes representan sus equipos en juegos académicos, compitiendo con compañeros que tengan un desempeño similar en los torneos anteriores. En estas competencias tanto los estudiantes de bajo desempeño como los de alto desempeño tienen las mismas oportunidades.
- Jigsaw. En esta técnica cada estudiante hace parte de un grupo de 5-6 miembros toma una pieza de información que corresponde a un tópico completo que estudia el grupo. Después de leer la sección que le corresponde, él se encuentra con sus contrapartes en los otros grupos para discutir su información como encuentros de expertos. Posteriormente los estudiantes retornan a sus grupos y les enseñan a sus compañeros de grupo lo que han aprendido sobre la sección que le correspondió. Finalmente toda la clase responde un test de promoción o acreditación individual.
- Jigsaw II. Es una modificación de la técnica de Jigsaw diseñada para integrar este método con otros métodos de aprendizaje por equipos de estudiantes y que simplifica a los profesores la preparación requerida para usar el método. En Jigsaw II, los estudiantes son asignados a equipos de 4-5 miembros, ellos leen material narrativo, tales como capítulos de estudios sociales, historias cortas o biografías y cada uno de los miembros del equipo toma un tópico particular, convirtiéndose en experto del mismo. Posteriormente, los estudiantes discuten sus tópicos en grupos de expertos y vuelven a cada uno de los grupos para enseñar lo que han aprendido.

Finalmente, los estudiantes toman un quiz sobre el material y los puntajes individuales obtenidos son utilizados para definir el puntaje del grupo, al igual que en la técnica STAD.

- Learning together - LT. En esta técnica de aprendizaje cooperativo los estudiantes trabajan en grupos pequeños para completar una hoja de trabajo, con el fin de obtener reconocimiento a su trabajo.
- Group-Investigation - GI. Este modelo es considerado por (R. E. Slavin, 1981) como uno de los más complejos métodos de aprendizaje cooperativo. Consiste en que los estudiantes en pequeños grupos toman responsabilidades sustanciales para decidir los que ellos deberán aprender, se organizan internamente para aprender y luego comunican lo aprendido a sus compañeros de clase.

En la revisión realizada por (R. E. Slavin, 1981) de las 19 experiencias de aplicación de técnicas de aprendizaje en equipo, solo 3 no presentan diferencias significativas en el desempeño logrado por los estudiantes en el grupo experimental con respecto al de control.

(Asshaari et al., 2011) en su experiencia de implementación de trabajo colaborativo en el curso de matemáticas con estudiantes de primer y segundo año de ingeniería incluyen 3 técnicas adicionales, que utilizan en las clases de lectura matemática:

- Think-Pair-Share – TPS. Esta técnica involucra una estructura de 3 pasos cooperativos. En el primer paso los individuos piensan en silencio sobre una pregunta planteada por el docente. Durante el segundo paso ellos intercambian

pensamientos en parejas de estudiantes. En el tercer paso, las parejas comparten sus respuestas con otras parejas, otros equipos y el grupo completo.

- Round Robin Brainstorming – RRB. Se presenta una pregunta con muchas respuestas posibles y los estudiantes se toman un tiempo para pensar acerca de las respuestas. Una vez superado el “tiempo de pensar” los miembros del equipo comparten sus respuestas con otros, en un proceso de todos contra todos (Round Robin). Un designado del grupo como escritor escribe las respuestas de los miembros del grupo, al pasar el turno a la siguiente persona nuevamente se hace una ronda para tomar las respuestas de cada miembro del grupo, y se continúa la ronda hasta que se agota el tiempo y se toma una decisión de grupo.
- Three-Minutes Review (Mapping) – TMR. Los profesores detienen en cualquier momento durante una lectura o discusión y conforman equipos durante 3 minutos para revisar lo que se está diciendo, responder preguntas y hacer claridad sobre algunas ideas.

(Roger & Johnson, 2009) establecen algunas condiciones para que el trabajo sea considerado realmente cooperativo, al plantear que un grupo de estudiantes sentados en la misma mesa haciendo su propio trabajo, pero con la libertad de hablar acerca de cómo trabajan, no están estructurando un grupo cooperativo, pues no existe una interdependencia positiva. Para que se dé una situación de aprendizaje cooperativo, ellos necesitan aceptar el objetivo común por el cual el grupo dirige sus esfuerzos. Si un grupo de estudiantes tiene asignado un informe, pero solo uno hace todo el trabajo no es un grupo cooperativo. Un grupo cooperativo tiene sentido de la responsabilidad individual lo que significa que todos

los estudiantes conocen el material y hablan por el éxito del grupo en su totalidad. Colocar estudiantes en grupos, no es necesariamente ganar en relación cooperativa, debe ser estructurado y administrado por el profesor. De hecho establecen 5 componentes básicos para considerar que se está realizando un trabajo cooperativo:

- Se percibe claramente la interdependencia positiva.
- Se promueve considerablemente la interacción cara a cara.
- Se percibe claramente la responsabilidad individual para lograr los objetivos del grupo.
- El uso frecuente de habilidades relevantes tanto interpersonales y en pequeño grupo.
- Revisión frecuente del funcionamiento actual del grupo para mejorar la efectividad futura del grupo.

Por otra parte, algunas experiencias aportan orientaciones para la aplicación de técnicas específicas para los cursos de matemáticas (Pons, González-Herrero, & Serrano, 2008) y con incorporación de tecnologías, como es el caso de (Farhadian et al., 2007) y (Zurita & Nussbaum, 2007).

En el trabajo de (Pons et al., 2008) con estudiantes de educación secundaria la interacción se produce como una relación de tutoría entre el alumno que pide ayuda y el que la suministra. Cada alumno es responsable del desarrollo del proceso de aprendizaje (académico y social) y cada grupo es responsable de la correcta resolución de las cuestiones planteadas. La secuencia incluye: comprensión de los materiales a nivel de grupo, resolución de las cuestiones a nivel individual, autoevaluación formativa grupal, entrega de

la solución por parte del docente y análisis grupal de esos resultados, planteamiento de correcciones y aclaración de contenidos. En este caso los grupos que trabajan la estrategia cooperativa presentan diferencias significativas positivas con respecto al grupo de control, y dichas diferencias son más acentuadas en los bloques con mayor dificultad conceptual.

En la experiencia de (Farhadian et al., 2007) con 30 estudiantes de Maestría en Matemáticas con 10 años de experiencia en la enseñanza de las matemáticas, la técnica hizo énfasis en la enseñanza de estrategias heurísticas para la solución de problemas, para lo cual se apoyaron en un software de computador. El proceso se organizó en 5 pasos: Discusión del problema, Instrucción sobre las 3 estrategias para la solución de problemas, Revisión de la solución, Presentación de resultados y Discusión sobre la solución del grupo vs solución del experto.

Y en el caso de (Zurita & Nussbaum, 2007) la formulación del trabajo se realizó basado en la Teoría de la Actividad (AT -Activity Theory<sup>2</sup>) que implica 1) clarificar la naturaleza de las actividades colaborativas, 2) indicar cómo la gente puede socializar participando y cómo interactúan con la tecnología, 3) diseñar herramientas para dar soporte efectivo en diferentes contextos y 4) desarrollar métodos para colocarlos en práctica. Por lo tanto, los componentes del modelo de actividad basada en AT son: 1) Objeto de la actividad (objetivos e intenciones), 2) sujetos en la actividad, 3) herramientas que median la actividad (tanto físicas, como mentales, modelos y heurísticas usados en el proceso de

---

<sup>2</sup> La AT es un marco teórico para analizar las prácticas humanas como procesos de desarrollo que involucran niveles individuales y sociales al mismo tiempo. (Kuutti, 1996) Este marco usa la "actividad" como la unidad básica para el estudio de prácticas humanas, en un contexto específico.



transformación), 4) reglas y regulaciones, 5) división de tareas (tareas que son individuales y que son de responsabilidad del grupo), 6) comunidad (individuos directa o indirectamente involucrados en las tareas), 7) resultados y productos finales involucrados en los objetivos.

Por otra parte, la formulación de actividades de aprendizaje colaborativo que incorporan ambientes tecnológicos requiere de una clara definición de los objetivos (Collazos, Guerrero, Pino, & Ochoa, 2002), una adecuada planeación, el aseguramiento de la funcionalidad del dispositivo tecnológico y un reconocimiento de la importancia de las intervenciones de los docentes en la discusión, pues esto constituye en un factor clave en el proceso de enriquecimiento del trabajo de los estudiantes.

Adelantar procesos de medición del aprendizaje colaborativo requiere de una especificación cuidadosa de los instrumentos de valoración, que consideren tanto los aspectos individuales como grupales, que sean factibles de aplicar y con unos requerimientos de información apropiados, que permitan superar los inconvenientes planteados por (Noble & Letsky, 2005): la tendencia de las investigaciones a evaluar el impacto del aprendizaje colaborativo a través de pruebas individuales, el gran número de factores que afectan el aprendizaje colaborativo y la necesidad de recopilar para ello una amplia cantidad de información.

Tabla Síntesis de técnicas de aprendizaje cooperativo

| Autor              | Técnica                                    | Procedimiento   |
|--------------------|--|---|
| R. E. Slavin, 1981 | STAD – Student teams-achievement divisions | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Lección general</li> <li>● Solución de hojas de trabajo en equipos</li> <li>● Quices individuales.</li> <li>● Reconocimiento semanal al mejor equipo.</li> </ul> |
| R. E. Slavin, 1981 | TGT – Teams games tournament               | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Competencia por equipos en juegos.</li> <li>● Se elige un representante que compite</li> </ul>   |

|                       |                                     |   |
|-----------------------|-------------------------------------|---|
|                       |                                     | con compañeros de desempeño similar.  |
| R. E. Slavin, 1981    | Jigsaw                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribución del material en cada uno de los miembros del equipo</li> <li>• Reunión de expertos para profundizar la sección correspondiente</li> <li>• Socialización en el grupo de lo aprendido.</li> <li>• Test individual</li> </ul>  |
| R. E. Slavin, 1981    | Jigsaw II                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribución del material en cada uno de los miembros del equipo</li> <li>• Reunión de expertos para profundizar la sección correspondiente</li> <li>• Socialización en el grupo de lo aprendido.</li> <li>• Test individual</li> </ul>  |
| R. E. Slavin, 1981    | Learning together - LT.             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organización de grupos</li> <li>• Trabajo conjunto para completar una hoja de trabajo</li> <li>• Reconocimiento al grupo</li> </ul>  |
| R. E. Slavin, 1981    | Group-Investigation – GI            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organización de grupos</li> <li>• Toma de decisiones: Objetivos y temas de aprendizaje.</li> <li>• Organización interna</li> <li>• Socialización de lo aprendido a la clase general.</li> </ul>  |
| Asshaari et al., 2011 | Think-Pair-Share – TPS              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulación de una pregunta por el docente</li> <li>• Propuesta de solución individual.</li> <li>• Socialización en parejas de estudiantes.</li> <li>• Socialización entre parejas</li> <li>• Socialización entre equipos</li> <li>• Socialización en el grupo completo</li> </ul> |
| Asshaari et al., 2011 | Round Robin Brainstorming – RRB     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulación de una pregunta con varias respuestas posibles</li> <li>• Tiempo de pensar individualmente</li> <li>• Ronda de todos contra todos compartiendo respuestas.</li> <li>• Toma de decisión de grupo</li> </ul>   |
| Asshaari et al., 2011 | Three-Minutes Review (Maping) – TMR | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lectura grupal.</li> <li>• Conformación en equipos durante 3 minutos</li> <li>• Respuesta a preguntas, discusión sobre</li> </ul>  |

|   |  |  |
|---|--|--|
|   |  | la claridad de las ideas   |
| Pons, González-Herrero, & Serrano, 2008 | Técnica específica de la experiencia                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprensión de los materiales a nivel de grupo</li> <li>• Resolución de inquietudes individuales</li> <li>• Autoevaluación formativa grupal.</li> <li>• Entrega de la solución</li> <li>• Análisis grupal de resultados, correcciones y aclaraciones</li> </ul> |
| Farhadian et al., 2007                  | Técnica específica de la experiencia                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Discusión del problema</li> <li>• Instrucción en estrategias</li> <li>• Revisión de la solución</li> <li>• Presentación de resultados</li> <li>• Discusión sobre solución de grupo vs solución de experto.</li> </ul>   |
| Zurita & Nussbaum, 2007                 | Técnica basada en la Teoría de la actividad, que incorpora tecnologías | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Especificación de la naturaleza de las actividades colaborativas</li> <li>• Formulación de Reglas de participación</li> <li>• Diseño de herramientas para dar soporte a diferentes contextos</li> <li>• Desarrollo de métodos de solución</li> </ul>            |

Un concepto que se pretende integrar al análisis para enriquecer la investigación en el campo educativo es el de dilemas sociales. Los dilemas sociales (social dilemma) son situaciones en que la racionalidad individual conduce a la irracionalidad colectiva (Kollock, 1998), es decir, un comportamiento que individualmente es razonable conduce a una situación en la que todos en el grupo están peor que al comienzo, lo que se expresa en conflictos entre la racionalidad individual y el bienestar colectivo, estos conflictos pueden afectar la apropiación y la provisión de los recursos comunes (commons) (Parra Valencia, 2010). Se entienden los recursos comunes como facilidades compartidas que se pueden agotar (agua, medio ambiente, vida salvaje, etc) y que son objeto de dilemas sociales si su apropiación supera el límite sostenible o hay desequilibrio en el aprovechamiento (Elinor

Ostrom & Hess, 2007). La teoría de la cooperación se enfoca en proporcionar lineamientos para dirimir los dilemas sociales, logrando el máximo de beneficios para el colectivo.

(Elinor Ostrom & Hess, 2007) introducen una nueva forma de ver el conocimiento como un recurso compartido, enfocándose en explorar los enigmas y problemas que tiene el conocimiento compartido, particularmente en la era digital. Lo anterior, con la intención de ilustrar las ventajas que puede proporcionar la aplicación de un enfoque de varios niveles para abordar profunda e interdisciplinariamente el conocimiento como un recurso común. Según (Elinor Ostrom & Hess, 2007) la exploración de la información y el conocimiento como un recurso común es realmente reciente (aproximadamente desde 1995), sin embargo, tiene un conjunto creciente de académicos que se interesan en el concepto y que han observado el crecimiento de la distribución de la información digital, las comunidades virtuales, la web, desde diferentes disciplinas, buscando proporcionar sugerencias para unificar la forma como se asumen todos los recursos comunes, que están administrados por grupos de diferentes tamaños e intereses.

Para (Elinor Ostrom & Hess, 2007) el conocimiento se refiere a todas las comprensiones obtenidas a través de la experiencia o el estudio, esto incluye conocimiento indígena, científico, académico y no académico, trabajos creativos como la música, las artes visuales y teatrales. En este sentido, el conocimiento tiene una funcionalidad dual como necesidad humana y bien económico, que se adquiere o se descubre como parte de un proceso social y un proceso profundamente personal. Otra característica del conocimiento es que es acumulativo y un bien público, por tanto la gente debería tener fácil acceso y garantizar su

preservación, lo cual es un problema que se espera asumir con el uso de las tecnologías digitales.

En este punto, cabe resaltar que la consideración del conocimiento como un recurso común y los resultados obtenidos en la investigación alrededor de los dilemas sociales, puede aportar al mejoramiento de los procesos de aprendizaje de la matemática, sugiriendo estrategias para lograr la apropiación del mismo por parte de un colectivo de estudiantes, logrando una intervención adecuada en el proceso de cooperación y por ende un mayor éxito del colectivo. De hecho, en la síntesis proporcionada por (Kollock, 1998) se plantean algunas soluciones a los dilemas sociales, desde tres ámbitos: motivacional, estratégico y estructural, que asumen diferentes formas de participación de los involucrados, que se pueden relacionar con los resultados de las investigaciones realizadas por (Johnson & et al, 1981) en el campo educativo, que involucran actores individualistas, competitivos y cooperativos. Estos aportes desde los dilemas sociales pueden facilitar la conformación de estrategias de aprendizaje cooperativo que se integren a la investigación ya existente, desde el campo educativo.

Por otra parte, en la caracterización de los dilemas sociales referenciada por (Parra Valencia, 2010) se puede identificar que el proceso de cooperación que se presenta en un aula de clase, donde el conocimiento se considera como recurso común, el problema del aprendizaje en el aula de clase se puede clasificar como un dilema social de pequeña escala, pues el contexto es el aula de clase que puede funcionar como campo o laboratorio, el tamaño de los grupos es inferior a 10 estudiantes (de hecho en la investigación en

educación los grupos colaborativos se organizan entre 3-5 estudiantes) y la organización del aula permite una retroalimentación alta e inmediata, con encuentros frente a frente.

Tabla Caracterización de los dilemas sociales de pequeña y gran escala referenciado por (Parra Valencia, 2010)

| Tipo                      | Pequeña escala      | Gran escala                |
|---------------------------|---------------------|----------------------------|
| Contexto                  | Campo y laboratorio | Difícil de localizar       |
| Tamaño de grupo           | Menor de 10         | Más de 10                  |
| Características de grupo  | Homogéneas          | Heterogéneas               |
| Magnitud de retardo       | Pocos minutos       | Alta: días, meses o años.  |
| Calidad de realimentación | Alta                | Baja                       |
| Modelo de racionalidad    | Acotado             | Acotado                    |
| Encuentros                | Uno, infinitos      | Infinitos                  |
| Comunicación              | Frente a frente     | Mediada por medios masivos |

Según la literatura los dilemas sociales pueden enfrentarse mediante tres tipos de intervenciones: las intervenciones basadas en un agente externo (Hardin, 1968), las intervenciones basadas en derechos de propiedad privada y mercados (Smith, 1981), y las intervenciones basadas en cooperación (E Ostrom, Gardner, & Walker, 1994; Walker & Ostrom, 2007). Para (Parra Valencia, 2013) las intervenciones basadas en agentes externos y en derechos de propiedad privada pueden ser no aplicables en gran parte de los ámbitos de la gestión de dilemas sociales de pequeña escala. Adicionalmente, se ha presentado cómo la cooperación puede ser una alternativa para enfrentar los dilemas sociales (E. Ostrom, 2000). No obstante, la promoción de la cooperación supone lidiar con entornos

altamente complejos. La aplicabilidad de la cooperación ha sido hasta ahora un impedimento para la gestión de la cooperación que permita mejorar el desempeño de los grupos que enfrentan dilemas sociales, mediante la aplicación de mecanismos de cooperación. Uno de estos mecanismos es la cooperación por confianza en donde los miembros del grupo cooperan en razón de la confianza de cooperación (E Ostrom & Walker, 2005), esto quiere decir que a mayor cooperación el grupo construirá más confianza en la cooperación futura, lo que a su vez promoverá y sostendrá nueva cooperación (E Ostrom, 2000), esto implica que la conformación inicial de los grupos es fundamental para definir la cooperación posterior de los mismos, si no se logra crear la suficiente confianza al inicio del proceso es posible que no se llegará a tener un buen nivel de cooperación. Una segunda dificultad de este mecanismo basado en confianza es que si los grupos e individuos no reciben realimentación sobre los resultados de la cooperación ellos podrían decidir no continuar con sus acciones cooperativas.

Para superar las deficiencias de los mecanismos basados en confianza, se integran otros mecanismos en un constructo para la cooperación efectiva, con la unión del mecanismo de cooperación por confianza, la cooperación por aprendizaje social, la cooperación por percepción de daño, lo que conforma una unidad para enfrentar la tentación de desertar del grupo. Esto implica que una técnica de aprendizaje cooperativo implica la definición de reglas de confianza mediante un proceso de selección adecuada, la continua retroalimentación del trabajo en equipo, el manejo de normas para el aporte colectivo y la promoción de habilidades de interacción social.

Tabla Formulación de técnicas desde la teoría de la cooperación

| Autor       | Técnica                                     | Procedimiento  |
|-------------|---|--|
| Parra, 2013 | Gestión de conocimiento basado en confianza | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Conformación de grupos</li> <li>● Trabajo en grupo</li> <li>● Realimentación sobre los resultados de la cooperación</li> </ul>  |
| Parra, 2013 | Constructo para la cooperación efectiva     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Definición de reglas de confianza</li> <li>● Definición de normas para el aporte colectivo</li> <li>● Conformación de equipos</li> <li>● Realimentación sobre resultados de cooperación</li> <li>● Incentivos a la interacción</li> </ul> |

La síntesis realizada permite observar una coherencia entre el marco de actividades planteado por (Zurita & Nussbaum, 2007), soportado en la Teoría de la Actividad y con la incorporación de TIC, con el constructo para la cooperación efectiva de (Parra Valencia, 2013), por lo tanto estos aspectos ser incluirán en la formulación de la estrategia de trabajo cooperativo en matemáticas.

### **3.2 Variables relacionadas con el aprendizaje cooperativo/colaborativo**

Los estudios sobre aprendizaje cooperativo y dilemas sociales seleccionados se enfocan en el análisis de dos tipos de variables: las de desempeño académico (Farhadian et al., 2007; Johnson & et al, 1981; Moore, 2005; Pijls, Dekker, & Van Hout-Wolters, 2007; Pons et al., 2008; Roger & Johnson, 2009; R. E. Slavin, 1981) y las de comportamiento (Ginsburg-Block, Rohrbeck, & Fantuzzo, 2006; Kim & Park, 2006; R. E. Slavin, 1981).



(Roger & Johnson, 2009) realizan una revisión de la literatura en la cual encuentran que hay tres formas básicas en las cuales los estudiantes pueden interactuar con otros para aprender:

- Ellos pueden competir para verse como el mejor. Desde la teoría de la cooperación en dilemas sociales, en este planteamiento los individuos buscan maximizar la diferencia relativa de sus resultados con respecto a los otros – Comportamiento competitivo (Kollock, 1998).
- Ellos pueden trabajar de forma individual siguiendo un objetivo, sin poner atención en los otros estudiantes. Desde la teoría de la cooperación en dilemas sociales, en este planteamiento los individuos buscan maximizar los resultados propios sin considerar el resultado de los otros – Comportamiento individualista (Kollock, 1998).
- O ellos pueden trabajar cooperativamente con un interés real en que los otros aprendan así como ellos mismos. Desde la teoría de la cooperación en dilemas sociales, en este planteamiento los individuos buscan maximizar los resultados de sus compañeros, sin perjuicio de los resultados propios – Comportamiento cooperativo o altruista (Kollock, 1998).

Los resultados mostrados por (Johnson & et al, 1981) indican que a) La cooperación es considerablemente más efectiva que la competencia interpersonal y los esfuerzos individualistas, b) La cooperación con competencia intergrupos también fue superior a la competencia interpersonal y los esfuerzo individualistas c) No hay diferencias significativas entre competitividad individual y esfuerzos individualistas.

(Kollock, 1998) plantea que este tipo de comportamientos está íntimamente relacionado con los valores sociales y la personalidad del individuo, uno de los factores motivacionales en la solución de dilemas sociales, y se ha detectado que estos varían de un país al otro y a lo largo de la vida. En este sentido, la investigación sobre dilemas sociales aún no proporciona suficientes elementos que permitan orientar la intervención para lograr mayores niveles de cooperación.

En el trabajo realizado por (Moore, 2005) con estudiantes de cálculo de primer año de ingeniería que pertenecen al programa Emerging Ethnic Engineers-E3<sup>3</sup> de la escuela de ingeniería de la Universidad de Cincinnati, durante los años académicos 200-2001, 2001-2002 y 2002-2003, se encuentra que en todas las comparaciones realizadas durante los diferentes períodos, el porcentaje de estudiantes del programa E<sup>3</sup> que aprueban es superior, tanto comparado con el grupo de minoría étnica como con el grupo general que no usa aprendizaje cooperativo. El 100% de los estudiantes del programa aprobaron su curso de cálculo. En este trabajo cabe resaltar que la asignación de subgrupos de trabajo en el programa E<sup>3</sup> se realiza basada en una combinación de indicadores académicos que incluyen: notas de educación secundaria, puntajes en pruebas SAT/ACT una evaluación escrita desarrollada por el programa y los puntajes obtenidos en un Test aplicado por el Dpto de Matemáticas, además de lograr equidad en género, etnia y raza, pero no son estáticos durante el programa.

---

<sup>3</sup> El programa implementa el estudio del cálculo utilizando estrategias de aprendizaje cooperativo. Para el programa las minorías étnicas se dividen en afroamericanos, negros o hispanos.

En el trabajo realizado por (Farhadian et al., 2007) para el aprendizaje de estrategias heurísticas en la solución de problemas matemáticos, con 30 estudiantes de Maestría en Matemáticas, se encuentran los siguientes aspectos:

- La habilidad individual de cada miembro del grupo afecta la habilidad de grupo.
- El entrenamiento en estrategias heurísticas es efectivo en el mejoramiento de la solución de problemas matemáticos.
- Los estudiantes que utilizaron Cooperative Computer-assisted Instruction se sintieron más confortables que en las clases tradicionales.
- La incorporación de controles de tiempo permiten mantener la atención y generan una percepción de menor esfuerzo por parte de los estudiantes.

En la experiencia realizada por (Pijls et al., 2007) con el análisis de protocolos verbales utilizados por 2 estudiantes para la solución de problemas de probabilidad, se plantean 3 hipótesis acerca de las actividades claves en el crecimiento de nivel matemático:

- Dar explicaciones acerca de un concepto puede facilitar un mayor crecimiento futuro del nivel matemático.
- La autocrítica es crucial para futuros crecimientos en el nivel matemático.
- La reconstrucción de la solución, que no está precedida por una explicación puede dar lugar a un semi-nivel o nivel intermedio en la continuación del proceso de aprendizaje.

Para (Roger & Johnson, 2009) la amplia investigación en aprendizaje cooperativo ha establecido que tener estudiantes que trabajan juntos de forma cooperativa es una forma

poderosa de aprender y tiene efectos positivos en el aula de clase y en el clima de la escuela. Esto ha sido verificado por profesores desde el preescolar hasta la educación media. Sin embargo, la importancia de enfatizar en el aprendizaje cooperativo en el aula va más allá de los logros, las relaciones positivas y la salud psicológica.

De hecho, en las revisiones realizadas por (R. E. Slavin, 1981) los métodos de aprendizaje cooperativo arrojan efectos positivos en el desempeño académico de los estudiantes, en diferentes niveles educativos: escuelas básicas y secundaria, rurales, urbanas, suburbanas y en diferentes dominios de conocimiento: matemáticas, lenguaje, artes, estudios sociales y lectura. Por otra parte, los estudiantes que prefieren cooperar para aprender se sienten mejor en programas cooperativos, mientras los que prefieren competir, se sienten mejor en programas competitivos. Se tiene la hipótesis de que los métodos cooperativos altamente estructurados (STAD y TGT) pueden tener mayores efectos en el desarrollo de habilidades básicas, pero para habilidades cognitivas de alto grado puede ser necesario requerir métodos más abiertos como GI.

Pero a su vez (Roger & Johnson, 2009) resaltan el impacto social que genera el aprendizaje cooperativo, al considerar que la habilidad de todos los estudiantes para aprender a trabajar cooperativamente con otros es la piedra clave para construir y mantener matrimonios, familias, carreras y amistades estables. Hace posible el desarrollo de habilidades técnicas, tales como lectura, expresión, escucha, escritura, cómputo y solución de problemas que son muy valiosas, pero un pequeño grupo de personas no puede aplicar competencias en la interacción cooperativa con otra gente en su carrera, familiar y ambientes de comunidad. La forma más lógica de enfatizar el uso del conocimiento de los estudiantes y las habilidades

dentro de un marco cooperativo, es que ellos se sientan miembros de la sociedad, es que ellos pasen mucho tiempo aprendiendo estas habilidades en las relaciones cooperativas con otros. Y hacen énfasis en la necesidad de volver a lo básico, reconciliar las prácticas escolares con la investigación actual y alentar a que una saludable porción de instrucción sea cooperativa.

(Ginsburg-Block et al., 2006) realiza un metaanálisis de 36 artículos sobre aprendizaje asistido por pares (Peer-asisted learning - PAL<sup>4</sup>) en educación básica, que incluyen resultados experimentales y hace énfasis especialmente en los resultados no académicos relacionados con la interacción social, el auto-concepto y los resultados de comportamiento de los estudiantes, pues considera que estos aspectos pueden ayudar a clarificar los mecanismos subyacentes a la efectividad del PAL. En este estudio se encuentran los siguientes resultados:

- Cuando se incorporan estrategias de recompensa interdependientes del grupo, se proporcionan oportunidades de autonomía del estudiante, se presentan actividades de aprendizaje estructuradas, se individualiza el currículo y se definen procedimiento de evaluación, estos generan resultados socio-emocionales y de comportamiento positivos, como mejoras en la motivación, la curiosidad, el auto-concepto y la autonomía.

---

<sup>4</sup> El aprendizaje asistido por pares (peer-asisted learning PAL) es una forma de aprendizaje cooperativo en la que se ejecuta tutoría entre parejas de estudiantes o aprendizaje en pequeños grupos, donde la tutoría es realizada por integrantes del mismo grupo (Ginsburg-Block et al., 2006).

- Los grupos del mismo género tienen resultados significativamente mayores en los aspectos sociales y de auto-concepto, aunque existen pocos estudios que relacionan la conformación de género de los grupos con los resultados de aprendizaje.
- No hay relación significativa entre la duración de las actividades utilizando PAL y los resultados de los estudiantes.
- La intervención utilizando PAL tiene resultados positivos en los resultados socioemocionales de los estudiantes de educación básica, efectos pequeños a moderados en el componente social, auto concepto y comportamiento. Existe una relación significativa y positiva entre los resultados de autoconcepto y sociales y logros de los estudiantes.
- Se agrega nueva evidencia de que el PAL es un mecanismo prometedor para promover el cambio social y del comportamiento de los estudiantes, con mejoras académicas.

El trabajo de (Kim & Park, 2006) analiza los factores que contribuyen al alto rendimiento educativo de los estudiantes de Corea. Los autores subrayan las limitaciones de las teorías psicológicas y educativa que hacen énfasis en las bases biológicas (es decir, las habilidades innatas, el Coeficiente Intelectual) en los valores individualistas (por ejemplo, la motivación intrínseca, la atribución de habilidades y la autoestima) y en las características estructurales (por ejemplo, las altas inversiones en educación, el tamaño pequeño de los grupos y la instrucción individualizada).

Si bien el gobierno de Corea invierte significativamente menos por estudiante, el tamaño de los grupos es mayor, se subraya el aprendizaje cooperativo y los estudiantes tienen

conceptos más bajos de sí mismos, muestran un rendimiento mucho mayor que sus contrapartes occidentales en la lectura, las matemáticas y las ciencias en las estadísticas proporcionadas por National Center for Educational Statistics y Organization for economic co-operation and development. En este trabajo se utiliza el enfoque de la psicología tradicional para revisar factores que explican el alto rendimiento académico de los estudiantes coreanos. Se revisan los estudios empíricos que analizan el papel de la eficacia del yo a nivel individual, el apoyo social a nivel de relaciones y los valores confucianos a nivel cultural. En primer lugar los coreanos ven la educación como parte de la cultura personal que persiguen para su propio bienestar y como un medio para alcanzar el éxito personal, social y laboral. En segundo lugar, los coreanos no creen en las habilidades innatas, pero creen que pueden ser adquiridas con esfuerzo y disciplina persistentes. En tercer lugar, los padres desempeñan un papel clave para mantener los lazos sólidos en sus relaciones y para influir en los logros de sus hijos durante toda su vida, el sacrificio y el apoyo de los padres son ingredientes básicos para el éxito de los hijos. En cuarto lugar, el apoyo emocional parece ser el más importante, más que el apoyo en información. En quinto lugar, no parece haber una tendencia egocéntrica: los estudiantes atribuyen su éxito al esfuerzo y su fracaso a la falta de esfuerzo y de habilidades. Por último, aunque las teorías occidentales asumen que la culpa y la presión externa tienen consecuencias negativas, en realidad ocurre lo contrario. En Corea, los niños sienten que tienen una deuda hacia sus padres, por su devoción, su sacrificio y su apoyo, esto promueve la piedad filial y el logro académico. Las expectativas y presiones de los padres tuvieron un impacto positivo sobre los logros académicos de los hijos.

En la revisión realizada por (R. E. Slavin, 1981) concluye que las estrategias de aprendizaje cooperativo muestran tener un impacto significativo en el incremento del número de amigos de otros grupo étnicos, fuera de los amigos de su propio grupo étnico, más que los obtenidos en las clases tradicionales. Adicionalmente, la investigación muestra que se desarrollan relaciones intergrupales consistentemente más exitosas, de hecho se utilizan estas estrategias de aprendizaje para mejorar las relaciones en grupos con diversidad étnica: negros, blancos e hispanos. De igual forma se presenta un efecto positivo en el respeto que muestran los estudiantes con respecto a sus pares, cuando se asigna a los estudiantes a trabajar en una tarea común, con miras al logro de un objetivo común, donde cada individuo puede aportar a la meta deseada. Este tipo de estrategias ayuda a los estudiantes no integrados a aceptar a sus compañeros, además de proporcionar mejor desempeño en las clases y un incremento en la autoestima, estos efectos se aprecian igualmente al integrar niños con problemas de aprendizaje.

Un aporte adicional con respecto a variables de comportamiento lo realiza (Kollock, 1998) al resaltar los efectos positivos de la comunicación y de la identidad de grupo en la cooperación. La comunicación se considera en dos categorías de solución de dilemas sociales: la motivacional y estratégica, por su parte la identidad de grupo se incluye en las tres categorías de solución: motivacional, estructural y estratégica.

Con respecto al impacto de la comunicación (Kollock, 1998) plantea que puede deberse a 4 razones: 1) los individuos pueden tener información de la selección realizada por los otros, 2) la comunicación permite a los miembros del grupo hacer explícitos sus planteamientos,



3) la comunicación ofrece una posibilidad para la persuasión y 4) la comunicación puede crear o reforzar la sensación de identidad de grupo.

Desde el punto de vista de la identidad de grupo, se plantea que esta puede tener un efecto poderoso sobre los niveles de cooperación aún en ausencia de comunicación. Según los estudios de (Brewer & Kramer, 1986; Kramer & Brewer, 1986) los sujetos están más dispuestos a mostrar moderación personal en un dilema social solo como resultado de ser identificados como miembros de un grupo, adicionalmente la competencia entre grupos puede tener efectos aún más sorprendentes de cooperación al interior del grupo. Los experimentos clásicos en el campo de los dilemas sociales, como el de (Sherif et al., 1961), muestran los poderosos efectos de la competencia entre grupos para promover la cooperación dentro de los grupos. Más aún, de acuerdo con esto, la solución puede darse en doble vía, incentivar o crear competencias entre grupos que ayuden a suplir las necesidades de los miembros del grupo, pero esto puede generar costos, representados en conflictos sociales entre los grupos.

Para concluir esta sección de resultados con respecto a las variables relacionadas con el aprendizaje cooperativo/colaborativo, se presentan las 5 perspectivas teóricas planteadas por (R. Slavin, 1996) para explicar los efectos del aprendizaje cooperativo en el desempeño académico de los estudiantes y los factores que se identifican como más relevantes:

**Perspectiva motivacional:** se enfoca en la búsqueda o la estructura de objetivos sobre la cual operan los estudiantes.

**Perspectiva de la cohesión social:** Relaciona el punto de vista motivacional con los efectos en logros académicos, planteando que están fuertemente mediados por la cohesión del grupo, en esencia que los estudiantes se ayudan mutuamente porque cuidan al otro y quieren que el otro sea exitoso. En general, los trabajos que se enfocan en esta perspectiva que trabajan con actividades grupales pero que no ofrecen recompensas basadas en el aprendizaje de todos los miembros del grupo, no son más efectivas que los enfoques de instrucción tradicional.

**Perspectivas cognitivas:** Estas perspectivas son la principal alternativa a las perspectivas motivacionales y de cohesión social del aprendizaje cooperativo. Se enfoca en que la interacción entre los estudiantes por sí misma, incrementa el desempeño académico de los estudiantes, por razones que están relacionadas directamente con el procesamiento de la información y con su desarrollo cognitivo. Dentro de esta perspectiva se identifican dos perspectivas teóricas: la de desarrollo y la de elaboración cognitiva.

- **Perspectiva de desarrollo:** La idea fundamental de esta perspectiva es que la interacción entre niños en tareas apropiadas para su desarrollo cognitivo incrementa su comprensión de conceptos críticos, lo cual según Vygotsky define la zona de desarrollo próximo. En esta perspectiva, la oportunidad de discutir, argumentar, presentar y escuchar los puntos de vista de sus compañeros es un elemento crítico para el logro académico de los estudiantes.
- **Perspectiva de elaboración cognitiva:** La información se retiene en memoria en la medida en que se relaciona con información que ya existe en la memoria, de forma

que el aprendiz ordena, reestructura y/o elabora el material, a través de la explicación de esos mismos materiales a otros.

La gran disponibilidad de investigaciones acerca de las ventajas del aprendizaje cooperativo ya dan por descontado, que efectivamente este tipo de estrategias favorecen el desempeño académico, lo ha hecho desviar el foco de atención, hacia la identificación de los factores que hacen que este se de forma óptima y efectiva. (R. Slavin, 1996) identifica 2 factores que ha determinado como los más relevantes:

- **Objetivos grupales y responsabilidad individual (Group goals and individual accountability).** La investigación muestra consistentemente la importancia de este factor para proporcionar a los estudiantes un incentivo que los impulse a ayudar a los otros, fomentando en cada uno el dar el máximo esfuerzo. Únicamente se asegura el éxito del grupo si todos los miembros han aprendido el material, lo que motiva a los miembros a enseñar a su compañero, que es un comportamiento que incrementa el logro académico.
- **Interacciones grupales estructuradas (Structuring group interactions).** Las investigaciones proporcionan alguna evidencia de que la estructuración cuidadosa de las interacciones de los estudiantes en los grupos cooperativos puede ser efectiva, aún en la ausencia de recompensas grupales.

Según (R. Slavin, 1996) aún hace falta recopilar evidencias de investigación para identificar los efectos de las estrategias competitivas, la homogeneidad de los grupos en género, etnia o desempeño académico, también plantea que es necesario profundizar la investigación en

condiciones en las cuales los objetivos grupales y la responsabilidad individual no son necesarias, como por ejemplo en los grupos de estudio voluntario o en actividades en las cuales no existen recompensas. Otro ámbito que requiere profundizar la investigación es el aprendizaje basado en proyectos, de forma que se puedan hacer inferencias para hacer que este tipo de aprendizaje sea más óptimo que la instrucción tradicional, proporcionando métodos replicables y condiciones necesarias para que sea exitoso. La adopción generalizada del aprendizaje cooperativo en el currículo implica proporcionar lineamientos para el diseño y uso de materiales, selección de indicadores de resultados, estrategias de seguimiento y mantenimiento a lo largo del tiempo, programas de entrenamiento de docentes, que favorecerían la incorporación práctica en las aulas de clase. En general, se encuentra bastante investigación del aprendizaje cooperativo en educación básica y media, pero es necesario hacer énfasis en los niveles de educación superior para jóvenes y adultos, así como en métodos cooperativos para niños en edad preescolar.

Tabla Síntesis de variables relacionadas en los estudios de aprendizaje cooperativo y cooperación

| Autor                   | Estudio   | Resultados  |
|-------------------------|---|---|
| (Johnson & et al, 1981) | Meta-análisis de experiencias en aprendizaje cooperativo  | a) La cooperación es considerablemente más efectiva que la competencia interpersonal y los esfuerzos individualistas<br><br>b) La cooperación con competencia intergrupos también fue superior a la competencia interpersonal y los esfuerzo individualistas<br><br>c) No hay diferencias significativas entre competitividad individual y esfuerzos individualistas. |
| (Moore, 2005)           | Estudiantes de cálculo de primer año de ingeniería que pertenecen al programa Emerging Ethnic Engineers-E <sup>3</sup> de la escuela de ingeniería de la Universidad de | El porcentaje de estudiantes del programa E <sup>3</sup> que aprueban es superior, tanto comparado con el grupo de minoría étnica como con el grupo general que no usa aprendizaje  |

|                          |  |  |
|--------------------------|--|--|
|                          | <p>Cincinnati.</p> <p>La asignación de estudiantes a los grupos incluyó factores de rendimiento académico, género, etnia y raza, y no son estáticos durante el programa.</p> | cooperativo.   |
| (Farhadian et al., 2007) | 30 estudiantes de Maestría en Matemáticas que se entrenaron en el aprendizaje de estrategias heurísticas en la solución de problemas matemáticos                             | <p>La habilidad individual afecta la habilidad grupal.</p> <p>El entrenamiento en estrategias heurísticas es efectivo para la solución de problemas matemáticos.</p> <p>Los estudiantes que utilizaron Cooperative Computer-assisted Instruction se sintieron más confortables que en las clases tradicionales.</p> <p>La incorporación de controles de tiempo fue positiva</p>  |
| (Pijls et al., 2007)     | Análisis de protocolos verbales utilizados por 2 estudiantes para la solución de problemas de probabilidad   | <p>Dar explicaciones</p> <p>Autocrítica</p> <p>Reconstrucción de la solución</p> <p>Favorece el desarrollo de competencias en la solución de problemas</p>   |
| (Roger & Johnson, 2009)  | Meta-análisis sobre experiencias de aprendizaje cooperativo  | <p>El trabajo cooperativo genera efectos positivos en el aula de clase y en el clima de la escuela.</p> <p>El aprendizaje cooperativo genera habilidades técnicas y habilidades sociales.</p>  |
| (R. E. Slavin, 1981)     | Revisión de estado del arte  | <p>El aprendizaje cooperativo genera efectos positivos en el desempeño académico en diferentes niveles educativos y dominios de conocimiento.</p> <p>Además genera impacto positivo en los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El incremento del número de amigos de otros grupos étnicos.</li> <li>- Desarrollo de relaciones intergrupales más exitosas.</li> <li>- Mayor respeto y aceptación hacia los pares.</li> </ul> |

|                               |  |  |
|-------------------------------|--|--|
|                               |  | - Incremento de la autoestima.   |
| (R. Slavin, 1996)             | Revisión de experiencias en aprendizaje cooperativo  | 2 factores como lo más relevantes en el desarrollo del aprendizaje cooperativo:<br><br>- Objetivos grupales y responsabilidad individual.<br><br>- Interacciones grupales estructuradas.   |
| (Ginsburg-Block et al., 2006) | Metaanálisis de 36 artículos sobre aprendizaje asistido por pares (Peer-assisted learning - PAL)   | Incorporar estrategias de recompensa interdependientes del grupo, oportunidades de autonomía y actividades estructuradas mejoran la motivación, la curiosidad, el auto concepto y la autonomía.<br><br>Los grupos del mismo género tienen resultados significativamente mayores en aspectos sociales y auto-concepto.<br><br>No hay relación entre duración de actividades y resultados de los estudiantes.<br><br>El uso de PAL tiene resultados positivos en aspectos socioemocionales de estudiantes de educación básica. |
| (Kim & Park, 2006)            | Análisis de los factores que contribuyen al alto rendimiento educativo de los estudiantes de Corea | Concepción de la educación como medio para alcanzar el éxito personal, social y laboral.<br><br>Creencia de que las habilidades se adquieren con esfuerzo y disciplina persistentes.<br><br>Influencia de las expectativas y presiones de los padres en el logro académico de los hijos.<br><br>Apoyo emocional.<br><br>Atribuyen su éxito al esfuerzo.  |
| (Kollock, 1998)               | Revisión de trabajos sobre cooperación   | Efectos positivos de la comunicación y de la identidad de grupo en la cooperación.<br><br>Impacto positivo de la competencia entre grupos en la cooperación mostrada al interior del grupo, pero efecto negativo en el generación de conflictos sociales.  |

El planteamiento de la estrategia de aprendizaje cooperativo en matemáticas implica la intervención estructurada en el aula, lo que es coherente con los hallazgos del trabajo de (R.

Slavin, 1996), de igual forma se identifica un punto de encuentro adicional entre los trabajos revisados sobre aprendizaje y cooperación; que se ubica en la creación de la identidad de grupo mediante la definición de objetivos grupales y la especificación de responsabilidades individuales.

### **3.3 Aspectos metodológicos**

La primera revisión realizada a artículos de investigaciones sobre aprendizaje cooperativo en matemáticas, muestra la aplicación de métodos cuasi-experimentales y estudio de casos.

En los estudios cuasi-experimentales, se toman grupos ya conformados que cumplen con las características de la población (por ejemplo: el grupo de estudiantes que estudian Cálculo I o que hace parte de un programa específico) y en otros casos como (Farhadian et al., 2007; Moore, 2005; Pons et al., 2008; Zurita & Nussbaum, 2007) se toman grupos de control, que igualmente ya están conformados, no se realiza asignación aleatoria a los grupos en estudio. El análisis de resultados se puede realizar a partir de pruebas MANOVA y t (Pons et al., 2008) y para el análisis cualitativo, como en (Zurita & Nussbaum, 2007) se utilizó el concepto de 4 expertos en aprendizaje cooperativo que evaluaron los videos de las sesiones de trabajo, teniendo en cuenta 6 aspectos cualitativos: 1) comunicación, 2) interacción, 3) coordinación, 4) discusión, 5) negociación y 6) apropiación tecnológica, evaluados mediante una escala de Linkert de 1-7.

Finalmente, en los estudios de caso, se muestran las observaciones realizadas al grupo que incorpora las estrategias de aprendizaje cooperativo o a individuos particulares, sin realizar

comparaciones con grupos de control (Asshaari et al., 2011; Pijls et al., 2007), además, (Pijls et al., 2007) recurre al análisis de protocolos verbales para obtener conclusiones.

A partir de esta revisión y al considerar las características de los grupos universitarios de matemáticas, se plantea que la validación de la estrategia de aprendizaje cooperativo diseñada se realice a partir de un estudio cuasi-experimental.

### **3.4 Tecnologías utilizadas para el aprendizaje cooperativo/colaborativo en matemáticas.**

Con respecto al uso de tecnologías en las experiencias de aprendizaje cooperativo, se encuentra una gran variedad de software, que se desarrollan específicamente para abordar el tema o involucrar las características específicas de cada uno de los trabajos, como se muestra a continuación.

En (Farhadian et al., 2007) se desarrolló un software multimedia producido por los instructores que mostraba los problemas, explicaba las estrategias heurísticas, controlaba el tiempo para la solución y mostraba la solución del experto.

La experiencia realizada por (Zurita & Nussbaum, 2007) implementa el uso de un software desarrollado para dispositivo móvil (PocketPC - Compaq iPAQ)) y que apoya la ejercitación en matemáticas a través de la solución colaborativa de problemas de suma, resta y multiplicación. En este estudio se obtuvieron resultados en dos áreas. Primero, los participantes en la actividad incrementaron su conocimiento de matemáticas básicas. Segundo, el uso de los computadores de mano facilitó la interacción social de los participantes e incrementa su interés en el aprendizaje. Los dispositivos inalámbricos



facilitaron no solo la enseñanza de contenidos académicos, sino también fortalecieron las habilidades sociales y de comunicación.

En el trabajo de (Pijls et al., 2007), los estudiantes que resolvieron problemas de probabilidad utilizaron un software de simulación para el estudio de la probabilidad a través de través de un juego, que se complementó con un libro de texto que presentaba los ejercicios a resolver.

La tendencia encontrada hacia el desarrollo o uso de aplicaciones específicas orientadas hacia temáticas puntuales de la matemática, plantea amplitud en las posibilidades de incorporación tecnológica para el desarrollo de competencias matemáticas, de hecho, los estudios analizados muestran resultados positivos en el desarrollo de competencias matemáticas independientemente de la tecnología utilizada, además, se encuentra un incremento de la motivación de los estudiantes cuando se utilizan TIC (Farhadian et al., 2007).

## **CONCLUSIONES**

La investigación en aprendizaje cooperativo tiene tradición en la implementación de técnicas, que proporcionan resultados positivos con respecto al logro académico y el desarrollo de habilidades personales y sociales, pero al plantear su aplicación en el área de matemáticas con la incorporación de tecnologías, se encuentran técnicas mucho más específicas, algunas de las cuales toman elementos teóricos adicionales, como en el caso de la Teoría de la Actividad.

La estrategia de aprendizaje cooperativo se orienta hacia la intervención intencionada y estructurada en el proceso, y utiliza como lineamientos básicos de la actividad, la creación de identidad de grupo a partir de la identificación de objetivos grupales y responsabilidades individuales, con uso o adecuación de tecnologías que permitan la comunicación entre los integrantes de los grupos. Dicha estrategia será valorada con la aplicación de un método cuasi-experimental que involucra el análisis de aspectos cuantitativos y cualitativos.

En general los resultados obtenidos con la implementación del aprendizaje cooperativo con respecto al desempeño académico son positivos, además de desarrollar otra serie de habilidades individuales, sociales y de comportamiento. Sobresale en este punto la poca disponibilidad de trabajos en educación superior orientados a la matemática (solamente 3 (Asshaari et al., 2011; Farhadian et al., 2007; Moore, 2005) de los trabajos analizados) y la evaluación del aprendizaje a través de pruebas individuales, más no del proceso cooperativo en sí (solamente 2 (Pijls et al., 2007; Zurita & Nussbaum, 2007) de los trabajos analizados).

La identificación de primeros componentes de la estrategia de aprendizaje en matemáticas con incorporación de TIC, muestra que la integración de factores motivacionales y estratégicos identificados como fundamentales en los trabajos sobre dilemas sociales de pequeña escala, a los procesos de aprendizaje cooperativo en matemáticas es posible, y su desarrollo e implementación en el aula constituye un aporte al mejoramiento de la calidad en la educación colombiana

## REFERENCIAS

- Asshaari, I. . b, Othman, H. . b, Razali, N. . b, Tawil, N. M. . b, Ariff, F. H. M. . b, & Ismail, N. A. . b. (2011). Cooperative learning on mathematics engineering courses at UKM: Students' response toward cooperative learning. *International Conference on Engineering Education and International Conference on Education and Educational Technologies - Proceedings* (pp. 186–190). Corfu Island. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-82955173852&partnerID=40&md5=a201c71d3a4f2ab0dd439d2e4893d3d0>
- Bergeson, T. (2000). *Teaching and Learning Mathematics* (Superinten.). Washinton. Retrieved from <http://www.k12.wa.us/research/pubdocs/pdf/MathBook.pdf>
- Brewer, M. B., & Kramer, R. M. (1986). Choice behavior in social dilemmas: Effects of social identity, group size, and decision framing. *Journal of personality and social psychology*, 50(3), 543.
- Farhadian, M., Eslami, E., & Fadaee, M. R. (2007). The cooperative computer-assisted instruction in mathematical education. *Information Technology Journal*, 6(1), 82–88. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-33947164277&partnerID=40&md5=8007c59e14e3a653797d55f30dac05c8>
- Ginsburg-Block, M. D. . d g, Rohrbeck, C. A. . e, & Fantuzzo, J. W. . f. (2006). A meta-analytic review of social, self-concept, and behavioral outcomes of peer-assisted learning. *Journal of Educational Psychology*, 98(4), 732–749. doi:10.1037/0022-0663.98.4.732
- Hardin, G. (1968). The tragedy of the commons. The population problem has no technical solution; it requires a fundamental extension in morality. *Science (New York, NY)*, 162(859), 1243.
- Johnson, D. W., & et al. (1981). Effects of cooperative, competitive, and individualistic goal structures on achievement: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 89(1), 47–62. doi:10.1037/0033-2909.89.1.47
- Kim, U. . b, & Park, Y.-S. . (2006). Indigenous psychological analysis of academic achievement in Korea: The influence of self-efficacy, parents, and culture. *International Journal of Psychology*, 41(4), 287–292. doi:10.1080/00207590544000068
- Kollock, P. (1998). Social Dilemmas: The Anatomy of Cooperation. *Annual Review of Sociology*, 24(1), 183–214. doi:10.1146/annurev.soc.24.1.183
- Kramer, R. M., & Brewer, M. B. (1986). *Social group identity and the emergence of cooperation in resource conservation dilemmas*. Graduate School of Business, Stanford University.
- Kuutti, K. (1996). Activity theory as a potential framework for human-computer interaction research. *Context and consciousness: Activity theory and human-computer interaction*, 17–44.

- MEN, M. de educación nacional. (2008). *Análisis de determinantes de la deserción en la Educación superior colombiana con base en el SPADIES*. (p. 96). Bogotá.
- Moore, J. (2005). Undergraduate mathematics achievement in the emerging ethnic engineers programme. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 36(5), 529–537. doi:10.1080/00207390500063975
- Nickson, M. (1992). The culture of the mathematics classroom: An unknown quantity. *Handbook of research on mathematics teaching and learning*, 101–114.
- Ostrom, E. (2000). Collective action and the evolution of social norms. *The Journal of Economic Perspectives*, 14(3), 137–158.
- Ostrom, E, Gardner, R., & Walker, J. (1994). *Rules, games, and common-pool resources*. University of Michigan Press.
- Ostrom, E, & Walker, J. (2005). *Trust and reciprocity: Interdisciplinary lessons from experimental research*. Russell Sage Foundation Publications.
- Ostrom, Elinor, & Hess, C. (2007). *Understanding Knowledge as a Commons* (1st ed., p. 383). Cambridge: MIT Press.
- Parra Valencia, J. A. (2010). *Constructo para la evaluación de la cooperación en dilemas sociales de gran escal* (p. 283).
- Parra Valencia, J. A. (2013). GESTIÓN DE LA COOPERACION EN DILEMAS SOCIALES : UN APORTE DESDE LA INGENIERÍA DE SISTEMAS. In Universidad Francisco de Paula Santander (Ed.), *Primer Congreso Internacional y Nacional . Innovación en Gestión*. Cúcuta.
- Pijls, M., Dekker, R., & Van Hout-Wolters, B. (2007). Reconstruction of a collaborative mathematical learning process. *Educational Studies in Mathematics*, 65(3), 309–329. doi:10.1007/s10649-006-9051-3
- Pons, R. M., González-Herrero, M. E., & Serrano, J. M. (2008). Cooperative learning in mathematics: A intra-contents study [Aprendizaje cooperativo en matemáticas: Un estudio intracontenido]. *Anales de Psicología*, 24(2), 253–261. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-78649276110&partnerID=40&md5=dafcba9101e193abfbc8ff53c921e4ae>
- Roger, T., & Johnson, D. W. (2009). An overview of cooperative learning. In A. V. and A. N. J. Thousand (Ed.), *Creativity and Collaborative Learning* (pp. 1–21). Baltimore: Brookes Press.
- Sherif, M., Harvey, O. J., White, B. J., Hood, W. R., Sherif, C. W., & others. (1961). *Intergroup conflict and cooperation: The Robbers Cave experiment* (Vol. 10). University Book Exchange Norman, OK.
- Slavin, R. (1996). RESEARCH FOR THE FUTURE Research on Cooperative Learning and Achievement : What We Know , What We Need to Know. *CONTEMPORARY EDUCATIONAL PSYCHOLOGY*, 21, 43–69.

- Slavin, R. E. (1981). Synthesis of research on cooperative learning. *Educational Leadership*, 38(May), 655–660. Retrieved from [http://www.ascd.org/ASCD/pdf/journals/ed\\_lead/el\\_198105\\_slavin.pdf](http://www.ascd.org/ASCD/pdf/journals/ed_lead/el_198105_slavin.pdf)
- Smith, R. J. (1981). Resolving the tragedy of the commons by creating private property rights in wildlife. *Cato Journal*, 1(2), 439–468.
- Walker, J., & Ostrom, E. (2007). Trust and reciprocity as foundations for cooperation: Individuals, institutions, and context. *Capstone Meeting of the RSF Trust Initiative at the Russell Sage Foundation, May*.
- Zurita, G. . b, & Nussbaum, M. . d e f. (2007). A conceptual framework based on Activity Theory for mobile CSCL. *British Journal of Educational Technology*, 38(2), 211–235. doi:10.1111/j.1467-8535.2006.00580.x