

Estrategia basada en modelo 4Q y aprendizaje colaborativo en un curso de programación

Strategy based on the 4Q model and collaborative learning in a programming course



Fuente: "Desarrollo de tecnologías de programación" por Redpixel.
<https://sp.depositphotos.com/226808188/stock-photo-developing-programming-coding-technologies-website.html>

Estrategia basada en modelo 4Q y aprendizaje colaborativo en un curso de programación¹

Strategy based on the 4Q model and collaborative learning in a programming course

Omar Iván Trejos-Buriticá², Luis Eduardo Muñoz-Guerrero³

Artículo recibido el 28 de julio del 2022; artículo aceptado el 27 de septiembre del 2022

Este artículo puede compartirse bajo la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional y se referencia usando el siguiente formato: Buriticá, O. I. T., y Guerrero, L. E. M., (2023). Estrategia basada en modelo 4Q y aprendizaje colaborativo en un curso de programación. *I+D Revista de Investigaciones*, 18(1), 123-131. <http://dx.doi.org/10.33304/revinv.v18n1-2023009>

Resumen

En este artículo se examinan los resultados de una investigación realizada a partir del trabajo colaborativo por pares, con perfiles de estudiantes, basados en un modelo de preferencias de pensamiento, aptitudes personales y su agrupación en diferentes combinaciones en el desarrollo del curso Programación I de ingeniería de sistemas y computación. Se utilizó un camino metodológico basado en investigación educativa, con analítica cualitativa, dentro desde la perspectiva académica en el marco de la formación en tecnología. En la recolección de datos se implementaron formatos diseñados basados en el modelo 4Q de preferencias de pensamiento, se acudió a la observación directa y al análisis cualitativo y cuantitativo utilizando como soporte un software de hoja electrónica. Los resultados favorecen el aprendizaje en determinadas combinaciones del trabajo colaborativo por pares sobre la base del modelo de preferencias de pensamiento y la caracterización de los alumnos como fundamento motivacional para dicho aprendizaje, al punto de llegarse a promover cierto nivel de autonomía muy provechoso en estos procesos formativos para los estudiantes.

Palabras clave: aprendizaje colaborativo, aprendizaje por pares, ingeniería de sistemas, modelo de preferencias de pensamiento, programación de computadores.

Abstract

This article examines the results of research conducted from collaborative work by peers, with student profiles based on a model of thinking preferences, personal skills, and their grouping in different combinations in the development of the course Programming I of systems engineering and computer science. A methodological path based on educational research with qualitative analytics was used within the academic perspective in the framework of technology training. In the data collection, formats designed based on the 4Q model of thinking preferences were implemented, and direct observation and qualitative and quantitative analysis were used, using spreadsheet software as support. The results favor learning in specific combinations of collaborative work by peers based on the thinking preferences model and the characterization of the students as a motivational basis for such learning, to the point of promoting a certain level of autonomy that benefits students in these training processes.

Keywords: Collaborative Learning, computer programming, peer-to-peer learning, systems engineering, thinking preferences model.

1 Artículo de investigación, enfoque mixto, resultado del proyecto de investigación análisis pedagógico, instrumental y conceptual de algunos paradigmas de programación como contenido de la asignatura Programación I de un programa de ingeniería de sistemas y computación, código 6-12-14 de la Vicerrectoría de Investigaciones, Innovación y Extensión de la Universidad Tecnológica de Pereira, financiado por la Universidad Tecnológica de Pereira (Pereira, Colombia), La Julita, proyecto de investigación finalizado perteneciente al área de ingeniería, subárea de aprendizaje en ingeniería, desarrollado en el grupo de investigación en informática.

2 Ph. D. en Ciencias de la Educación, Universidad Tecnológica de Pereira (Pereira, Colombia), La Julita, Grupo de investigación en informática, Universidad Tecnológica de Pereira. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3751-6014>, Correo electrónico institucional: omartrejos@utp.edu.co. Rol Credit del autor: investigación.

3 Ph. D. en Ciencias de la Educación, Universidad Tecnológica de Pereira. Grupo de investigación en informática, Universidad Tecnológica de Pereira (Pereira, Colombia). Dirección: La Julita, PBX 606 313 73 00. ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-9414-6187>. Correo electrónico institucional: lemunozg@utp.edu.co. Rol Credit del autor: investigación.

Introducción

Una de las estrategias que se usan en los procesos de formación en ingeniería es el trabajo colaborativo por pares y su objetivo es propender por una retención a largo plazo y una aplicación consciente de los contenidos partiendo de un trabajo entre “iguales” académicos (Medina, 2017). La palabra entrecomillada hace referencia a la condición compartida de los alumnos de ser estudiantes de un mismo curso. Se debe considerar que este no es un concepto absoluto, ya que cada estudiante tiene una serie de características, aptitudes y destrezas que lo hacen diferente de otro (Chaverra-Fernández et al., 2023).

La investigación se basó en el emparejamiento de estudiantes a partir de criterios basados en el modelo 4Q, de forma que se pudieran analizar aproximaciones y divergencias entre diferentes pares de perfiles. Esto hace innovador el artículo de investigación cualitativa, donde la aplicación de tal modelo permitió analizar hallazgos que develan un trabajo académico que podría mejorarse si el emparejamiento de estudiantes se basa en criterios más científicos, todo ello de cara al aprendizaje. El emparejamiento de estudiantes constituye un apoyo en el proceso de aprendizaje de los estudiantes, toda vez que sus criterios no sean exclusivamente aleatorios, sino que se basen en la convergencia y discrepancia con otros estudiantes para enriquecerse mutuamente.

Lo que más hacen los estudiantes cuando se les agrupa es interactuar con los demás (Davidson, 2021) y, a partir de allí, elaboran sus propias construcciones de significado que, finalmente, es beneficioso para ambos si tal selección ha sido apropiada. Esta estrategia fortalece el confort que, por razones naturales, siente un alumno cuando se le anuncia que se va a realizar un trabajo en parejas y cuyo efecto dependerá de la metodología usada para tal fin.

Lo que se busca con la clasificación y emparejamiento de estudiantes basados en el modelo 4Q es potencializar la empatía motivadora en la relación entre los integrantes de la pareja (Lumsdaine, 2006). Esta armonía, posibilita el desarrollo de habilidades cognitivas que giran alrededor del contenido puramente temático, además de las competencias comunicativas y blandas que se convierten en motivación para el aprendizaje (Díaz, 2019; Muñoz, 2020).

La divergencia, la coincidencia y el debate, como parte de las competencias blandas, son el efecto de un trabajo colaborativo por pares en un proceso de aprendizaje, siempre que el emparejamiento obedezca a criterios científicos y no al azar (Silva-Santana, 2021). Para lograr esto, el docente debe contar con herramientas conceptuales que permitan abandonar la suerte al momento de colaborar y a través de ellas potencializar las mismas aptitudes de los estudiantes, conformando parejas productivas.

La experiencia investigativa del autor ha permitido encontrar en el modelo de preferencias de pensamiento una herramien-

ta de alto valor en lo que se refiere a trabajo entre iguales al interior del aula, fortalecido con comunicación, interacción social, autonomía y argumentación. De estos factores, se deriva una formación por pares más activa, mucho más analítica, significativamente colaborativa y con unos elementos de autorregulación favorables al aprendizaje, en este caso, en la formación de ingenieros de sistemas.

La pregunta investigativa que se resuelve con este artículo es: ¿cuáles son los aportes al proceso de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería de sistemas cuando se les posibilita trabajar por pares y las parejas se han organizado tomando como base un modelo de preferencias de pensamiento? La hipótesis asociada sugeriría que el trabajo colaborativo por pares, seleccionados sobre la base de un modelo de preferencias de pensamiento, contribuye de manera significativa a un aprendizaje más efectivo basado en la interacción social, el debate, la argumentación y la comunicación para una retroalimentación mutua.

Esta investigación se fundamentó en la teoría del aprendizaje significativo de David Paul Ausubel, el aprendizaje por descubrimiento de Jerome Seymour Bruner (1963), la teoría del aprendizaje colaborativo y aprendizaje por pares de iguales, así como el modelo 4Q de preferencias de pensamiento, teorías aplicadas dentro del contexto de la programación de computadores en la ingeniería de sistemas y computación.

Estas teorías enfatizan la importancia del aprendizaje sobre las estrategias de enseñanza. También resaltan la necesidad de basar el aprendizaje en la retención a largo plazo, fomentando el significado y la motivación. Para que estos procesos sean efectivos, se promueve la comunicación, la argumentación y la autonomía.

Marco teórico

Uno de los fundamentos teóricos sobre el cual se basa este artículo se conoce como teoría del aprendizaje significativo formulada por el Dr. David Paul Ausubel. En esta, se considera que el significado constituye la base del conocimiento (Ausubel, 1986). Se tiene en cuenta que, como significado, se entiende el conjunto de elementos de juicio que hacen que el conocimiento encuentre un camino de asimilación, aplicación, evaluación y retroalimentación dentro de un contexto que lo cristalice y lo haga práctico. El conocimiento tiene sentido cuando se conecta con la vida misma y con lo que vive el aprendiz (Ausubel, 2012).

El significado tiene la particularidad de reubicar el conocimiento de la memoria a corto plazo a la memoria a mediano y largo plazo (Bruner 1991; Felder y Brent, 1999). Diferentes investigaciones han demostrado que cuando el aprendiz entiende la significación del conocimiento, lo aprende más fácil (Ausubel, 1986) y en un proceso formativo de aprendizaje, el principal objetivo es que el alumno aprenda, que sea capaz de aplicar el conocimiento y que pueda evaluar su validez lo cual requiere sentido útil y buena memoria (Díaz, 2010).

El significado del conocimiento constituye la esencia del aprendizaje significativo (Felder y Brent, 2004). Sin embargo, este concepto se fundamenta en el conocimiento previo, el nuevo conocimiento y en la actitud del estudiante (Ausubel, 1986). Según las propias palabras del autor de la teoría, "Si me preguntaran qué es lo más importante en un proceso de aprendizaje, diría que es lo que el estudiante ya sabe" (Ausubel, 1986). De allí que se hace necesario articularse con lo que el estudiante ha aprendido en procesos similares previos y que sea consciente de tal conocimiento que termina moldeando, la manera como el estudiante concibe el mundo.

Teniendo en cuenta los tres fundamentos del aprendizaje significativo, debe prestarse particular atención a la actitud del alumno, dado que depende de la motivación para aprender y de la capacidad que desarrolle para relacionar conocimiento previo con uno nuevo (Ausubel, 1986). Esto significa que a todo proceso de formación subyace un factor motivacional inherente que es el que cristaliza este proceso (Prince, 2004). Por más interesante que sea el objeto de estudio, si no existe motivación para aprenderlo, su incidencia en la concepción del mundo por parte del estudiante podría llegar a ser nula y podría llegar a ser insignificante, poco frente a los objetivos preformulados (Llanos-Mosquera y Bucheli-Guerrero, 2021).

Ahora bien, la teoría del aprendizaje significativo se complementa muy bien, y se fortalece, con la teoría del aprendizaje por descubrimiento formulada por el Dr. Jerome Seymour Bruner, quien planteó que, para el estudiante, siempre será más fácil aprender todo aquello que descubra (Bruner, 1963), pues ese es, en sí mismo, el concepto de "descubrimiento" que va de la mano de lo insólito y de la fascinación. Hallar implica ubicar el conocimiento (derivado de lo aprendido) en la memoria a mediano y a largo plazo. Esto significa mucho en relación con un proceso de aprendizaje, lo cual se refuerza con el concepto de "significado" para encontrarle sentido práctico al conocimiento adquirido, derivado de la teoría del aprendizaje significativo.

En este sentido, un proceso de aprendizaje no se puede sustraer del hecho de que descubrir permite que el estudiante privilegie la fascinación como mecanismo de automotivación (Felder y Brent, 2003), pues cuando este se deja permeable por la fascinación, lo insólito se convierte en un factor motivador de aprendizaje (Bruner, 1969). En sí mismo, este abre un camino para que aprendizaje, motivación, descubrimiento y significado vayan, todos a una, dentro un paquete que finalmente logra que el estudiante aprenda para bien de los objetivos temáticos, de los objetivos de la labor docente y de los objetivos del estudiante en referencia con su participación.

Teniendo en cuenta que, dentro de un contexto de aprendizaje por descubrimiento, el estudiante aprende cuando es capaz de describir muy bien todo aquello que ha descubierto (Bruner, 1991), es natural pensar, como lo hiciera el Dr. Bruner, que todo aquello que el estudiante no sabe y que es alcanzable, por vía del descubrimiento, para su proceso

de aprendizaje se convierte en fascinante (Bruner, 1963). Si nos analizáramos nosotros mismos como participantes en un proceso de aprendizaje, encontraríamos gran coincidencia entre lo planteado teóricamente y nuestras propias vivencias. Posiblemente, pocas personas, en condición de estudiantes, podrán sustraerse de tal condición.

Todo esto ha de complementarse con dos estrategias que potencializan los logros que se plantean desde las teorías expuestas y que corresponden al aprendizaje colaborativo y por pares (Rebollo, 2001). El primero posibilita la retroalimentación entre iguales en un contexto académico y tiene efecto directo favorable en el aprendizaje (Bonwell y Eison, 1991). En la actualidad, los centros educativos buscan nuevas formas de potenciar el aprendizaje de sus alumnos, desde lo individual y lo sociocultural (Valdebenito-Zambrano y Durán-Gisbert, 2013).

Esto nos lleva a pensar que, este proceso de retroalimentación parte de una interacción basada en la comunicación, el intercambio de sentido y el debate sano entre estudiantes que se da, mínimamente, si las actividades de aprendizaje se ejecutan por parejas (Trejos-Buriticá, 2012).

Los resultados del aprendizaje colaborativo deben evaluarse a la luz de las interacciones grupales que se den en el contexto del aprendizaje (Collazos et al., 2007), puesto que es dicha interacción la que abre esos caminos de retroalimentación tan útiles dentro de un proceso formativo. El trabajo fundamentado en la cooperación permite asumir un compromiso individual y colectivo por medio de objetivos compartidos y consensuados que permite conformar equipos para alcanzar las metas establecidas (Valdebenito-Zambrano y Durán-Gisbert, 2013).

Las teorías del aprendizaje colaborativo se han enfocado en la manera como los individuos trabajan en grupo, pero recientemente se enfocan en el grupo como tal, tratando de establecer cuáles son las circunstancias en las cuales es más efectivo que el aprendizaje individual (Collazos et al., 2007). Todo es debido a que la cooperación en sí misma es una competencia clave para la sociedad del conocimiento. De acuerdo a los planteamientos de la Comisión para la Educación del Siglo XXI, aprender a trabajar en equipo es una de las competencias básicas que deben facilitar los sistemas educativos (Valdebenito-Zambrano y Durán-Gisbert, 2013).

El aprendizaje cooperativo ha mostrado su eficacia frente a estructuras de trabajo competitivas e individualistas puestas en marcha en el aula, lo cual se explica y fundamenta en la teoría de la interdependencia social y sus variables moduladoras que acuden a las competencias blandas (Valdebenito-Zambrano y Durán-Gisbert, 2013). Por eso, es de gran importancia una selección apropiada de las personas que conforman un grupo en un proceso de aprendizaje significativo, tal que su empatía sea factor motivador del aprendizaje (Collazos et al., 2007). La relación entre los logros alcanzados, la motivación, la comunicación, la interacción

y el sano debate es absolutamente directa y lineal con las características de los integrantes de la pareja.

En cuanto a la evaluación del desempeño de la pareja conformada para determinada actividad de aprendizaje, los procesos de aprendizaje individuales implican asimilar las facetas de cada individuo, pero entender que el aprendizaje en grupo implica articular las características de aprendizaje de cada integrante y de la interacción entre ellos (Collazos et al., 2007).

Se adopta el modelo 4Q de preferencias de pensamiento (*thinking preferences model*), en el cual se han profundizado las características del cerebro a nivel superior y la manera como estas configuran la visión del mundo que rodea a un aprendiz y, de allí, en la forma como esta posibilita las competencias blandas con otros individuos.

El modelo 4Q de preferencias de pensamiento plantea unos perfiles que parecieran gobernar de manera efectiva la forma de pensar en los seres humanos (Herrmann, 1989). A partir de lo que son unas preferencias de pensamiento organizadas en cuatro grupos. Este modelo ha encontrado una estrecha relación entre dichas preferencias y el aprendizaje, dado que uno y otro suceden en el mismo espacio físico (el cerebro) y con las mismas preconcepciones. "Learning must be as multi-sensory and emotionally engaging as possible - the dull, boring and repetitive will be filtered out and not engage our thinking Brain" (Herrmann, 2000). Según lo cual el aprendizaje ha de ser tan emocionante y multisensorial como sea posible, pues lo aburrido y repetitivo no cautiva al cerebro.

Esto devela la necesidad de encontrar, aplicar, evaluar y poner a funcionar estrategias que acudan a lo motivacional y productivo para el cerebro, de forma que incluya varios sentidos y emociones (Trejos-Buriticá, 2012), pues lo aburrido se debe excluir de la experiencia educativa dado que no 'enganchan' al estudiante (Trejos-Buriticá, 2012). Una breve descripción del modelo 4Q la hace el Dr. Edward Lumsdaine:

El cuadrante A de pensamiento se basa en hechos, es analítico, cuantitativo, técnico, lógico, racional y crítico. Se basa en análisis de datos, evolución de riesgos, estadísticas, presupuestos financieros y computación, así como hardware, solución analítica de problemas y toma de decisiones basadas en lógica y razonamiento.

El pensamiento del Cuadrante B es organizado, secuencial, controlado, planeado, conservativo, estructurado, detallado, disciplinado y persistente. Trata con la administración, planeación táctica, formas organizacionales, aseguramientos, implementación de soluciones, mantenimiento del estado actual y el "intento y acierto".

El pensamiento con preferencia sobre el cuadrante C es sensorial, kinestésico (o sea equilibrado), emocional, interpersonal (orientado a la gente) y simbólico. Profesores, enfermeras, trabajadores sociales y músicos tienen (o deberían tener) una fuerte preferencia de pensamiento sobre el cuadrante C.

El pensamiento basado en el cuadrante D es visual, completo, innovativo, metafórico, creativo, imaginativo, conceptual, espacial, flexible e intuitivo. Trata con cosas futuras, posibilidades, síntesis, juego, sueños, visión, planeación estratégica, contextos más amplios, espíritu empresarial, inventiva y lo orienta el futuro (Lumsdaine y Lumsdaine, 2005).

Eso nos valida su adopción en el aula de clase y posibilita una serie de reflexiones alrededor de las posibles combinaciones que, como estrategia adoptada en esta investigación, puedan realizarse. La comunicación desempeña un papel fundamental en el aprendizaje, ya que es una herramienta poderosa que facilita este proceso (Trejos-Buriticá, 2012). A esto debe agregarse que comunicarse entre pares implica retroalimentar lo aprendido y refinarlo al punto de poder confrontarlo con el par y, ambos, poder verificar lo que constituiría para ellos un conocimiento nuevo (Trejos-Buriticá, 2012).

Metodología

Los estudiantes se han clasificado como lo muestra la tabla 1.

Tabla 1
Modelo 4Q para clasificación de estudiantes

Cuadrante	Descripción conceptual	Descripción académica
A Lógico	Prioriza los análisis, lo que sucede realmente, lo que se puede cuantificar, lo que tiene un perfil técnico, que es racional y que se profundiza desde la crítica.	La gente que tiene sus preferencias de pensamiento en el cuadrante A también tiene preferencias por asignaturas concretas en la escuela o el colegio y por profesiones concretas.
B Secuencial	Es ordenado, apegado a lo planeado y lo que se puede controlar, acude a los detalles y a las estructuras preconcebidas.	Se orienta a la producción y se guía por tareas. Prefieren los temas organizados, secuenciales y que tienen estructuras definidas.
C Social	Es sensitivo, con equilibrio emocional y trato interpersonal con simbolismos. Sabe de sentimientos, sensaciones y arte.	Tienen orientación por asignaturas como ciencias sociales, música, danza, drama (teatro) y deportes de gran habilidad.
D Imaginativo	Es visual, innovador, creativo, conceptual, flexible e intuitivo. Trata con el futuro, sueños, visión, contextos amplios y empresa.	Prefieren materias como las artes (pintura, escultura), también la geometría, el diseño y la arquitectura.

De acuerdo con esta clasificación, y basado en los fundamentos teóricos que el modelo provee, se han analizado los estudiantes con las características que la tabla 2 presenta.

Tabla 2
Análisis de las características de los estudiantes

Factor	Cuadrante			
	A	B	C	D
Socializ	Media	Alta	Alta	Baja
Particip	Alta	Baja	Alta	Baja
Aprendizaje*	Alta	Alta	Alta	Alta
Capacidad de respuesta	Alta	Media	Alta	Alta
Velocidad de respuesta	Baja	Media	Alta	Media
Asertividad de respuesta	Alta	Baja	Baja	Media
Disciplina	Alta	Media	Baja	Baja
Atención	Alta	Media	Baja	Alta
Interacción	Baja	Baja	Alta	Media
Orden	Alta	Alta	Baja	Baja
Asistencia	Media	Alta	Media	Baja

Nota. *Las consideraciones de aprendizaje se basan en que se tengan en cuenta sus características propias de cada cuadrante preferente.

Esta tabla puede ser complementada con estudios más detallados que respalden las conclusiones presentadas aquí. Los conceptos expuestos se basan en un conjunto de análisis hechos a lo largo de tres semestres, que se enfocan en el comportamiento de los estudiantes, ubicados en sus respectivos cuadrantes.

Por otra parte, debe aclararse, igualmente, que estas no son conclusiones absolutas; es decir, cada individuo tiene sus características y el modelo 4Q solo posibilita una aproximación al perfil de cada sujeto, pero el ser humano no es una variable paramétrica y, por lo tanto, estos son los resultados que proveen la mayoría de los estudiantes analizados razón por la cual se han aceptado para el desarrollo de este proyecto. Se admite, pues, que existan variantes al respecto y que la tabla 2 pueda complementarse de una forma más amplia en términos cualitativos.

Es de anotar que, en la tabla 2, se asumen como ciertos algunos elementos de juicio distintivos de cada categoría desde la óptica cualitativa, considerando verdaderas las inferencias que se han obtenido luego de analizar más de 100 estudiantes sin que hayan tenido efecto las estrategias de trabajo por parejas que el docente adopte para mejorar el logro de objetivos de aprendizaje.

Con el ánimo de identificar el cuadrante preferente en cada estudiante, se destinaron las primeras tres semanas del semestre para realizar este análisis, acudiendo a tres estrategias:

- Observación directa del estudiante no solo en su comportamiento personal, sino también en su interacción con los demás compañeros.
- Interacción con el alumno. Se conversa con cada estudiante intentando conocer un poco más de este, de manera que se haga una aproximación más acertada.
- Alta comunicación extracurricular usando nuevas tecnologías y servicios asociados de manera que el estudiante se sintiera en su lenguaje natural tecnológico.

Finalizando las tres semanas se obtuvo una aproximación confiable para clasificar a los alumnos en su respectivo cuadrante preferente. Esta clasificación se retroalimentó con cada alumno, explicándole cuál era el propósito de la investigación, cuáles eran las características del modelo 4Q y cuál es la conclusión a la cual se llegó teniendo en cuenta los factores personales de cada uno. La efectividad de estos resultados se muestran en la tabla 3. Estos son los resultados obtenidos a partir del análisis realizado a lo largo de tres semestres, sin contar el semestre que inspira este artículo.

Tabla 3
Efectividad del análisis de los estudiantes

Ítem	Cuadrante	Estuds Detects	Aciert	Efectiv
1	Lógico	34	33	97,05%
2	Secuencial	21	19	90,47%
3	Social	25	25	100%
4	Imaginativo	23	22	95,65%
	Total	103	99	96,11%

La efectividad se midió estableciendo la razón porcentual entre la cantidad de aciertos en la asociación de estudiantes y los estudiantes detectados una vez que se confrontaron los resultados con cada estudiante.

Durante el semestre se realizaron cuatro pruebas escritas, la primera se realizó en la cuarta semana, luego de obtener una aproximación confiable al cuadrante preferente de cada estudiante; las demás pruebas se realizaron con un intervalo de dos semanas cada una. Al final, se completaron cuatro pruebas: escritas temáticas, de programación y, adicionalmente, se ejecutó una prueba final que incluía toda la temática de la asignatura programación I. Cada prueba parcial tuvo un peso del 15% y la prueba final tuvo un peso del 40%.

En cada prueba parcial se organizó a los estudiantes por parejas, de forma que, al final del proceso, se pudiera constatar que se cumplieron con todas las combinaciones posibles en relación con los cuadrantes que propone el modelo 4Q. El test final se llevó a cabo con grupos más amplios y se aseguró que en cada grupo participante, estuvieran presentes los cuatro cuadrantes. Los resultados cuantitativos (en promedio) de las pruebas parciales y la prueba final se muestran en la tabla 4.

Tabla 4
Resultados cuantitativos de las pruebas

Prueba	Cuadrante	Cuadrante			
		Lógico	Secuencial	Social	Imaginativo
1.º P	Lógico	2,0	4,0	3,0	5,0
	Secuencial		1,5	2,0	4,2
	Social			2,3	2,1
	Imaginativo				1,5
2.º P	Lógico	2,5	4,3	3,2	4,6
	Secuencial		3,1	2,1	3,8
	Social			1,0	1,5
	Imaginativo				3,0
3.º P	Lógico	2,3	4,2	3,4	4,9
	Secuencial		1,7	2,2	4,2
	Social			2,1	2,6
	Imaginativo				2,5
4.º P	Lógico	3,0	3,0	4,0	4,8
	Secuencial		2,5	3,0	3,8
	Social			3,3	3,1
	Imaginativo				2,5

Se han escrito las combinaciones en un solo sentido, dado que evaluar el trabajo de la pareja (secuencial + social) es lo mismo que evaluar la pareja (social + secuencial). Se puede observar que algunos emparejamientos parecieran ser mucho más efectivos que otros.

Resultados

La observación, durante el desarrollo de las evaluaciones parciales, sirvió mucho para establecer algunas razones por las cuales la valoración cuantitativa en algunas parejas es favorable y en otros no lo es tanto. Los resultados de dicha observación se presentan en la tabla 5.

Tabla 5
Resultados de observación de parejas

Q	Lógico	Secuencial	Social	Imaginativo
LÓGICO	Aunque ambos integrantes de la pareja encuentran razones lógicas para solucionar un problema, no siempre se ponen de acuerdo.	Parecieran complementarse muy bien, el lógico expone las razones e indica el camino de solución y el secuencial lo hace efectivo.	Se complementan con dificultad, el lógico encuentra razones para resolver un problema, pero el social no siempre las acata y busca ampliarlas demasiado.	En esta pareja, el lógico plantea razones con gran fundamento y el imaginativo las complementa con mucha creatividad.
SECUENCIAL		Aunque establecen nexos bastante cercanos, pareciera como si ambos esperaran que alguien les indicara qué hacer.	Pareciera que se complementan muy poco, el secuencial espera que le indiquen qué hacer, el social se entretiene demasiado.	Esta pareja pareciera funcionar mucho mejor, el secuencial realiza lo que, con creatividad, el imaginativo le indica.
SOCIAL			Se complementan muy bien, comparte y se hacen muy amigos, pero no se ve reflejado en las respuestas dado que el tiempo lo invierten conversando.	El imaginativo concreta caminos con mucha creatividad, pero el social no lo hace efectivo en la hoja de respuestas, divaga mucho y el tiempo no les alcanza.
IMAGINATIVO				Aunque no siempre responden lo que se espera, plantean soluciones con demasiada creatividad, incluso más allá de lo formal.

Si se quisiera resumir brevemente el funcionamiento de las diferentes parejas, a la luz de la categorización que propone el modelo 4Q, tomando como punto de partida la efectividad en sus respuestas, y la coincidencia con las respuestas correctas en las evaluaciones parciales, se ha obtenido la tabla 6 como resultado de este análisis.

Tabla 6
Efectividad en las pruebas

Cuadrante	Lógico	Secuencial	Social	Imaginativo
Lógico	Mal	Muy bien	Regular	Muy bien
Secuencial		Mal	Regular	Muy bien
Social			Regular	Regular
Imaginativo				Muy bien

Este análisis se hace a la luz tanto de los objetivos de aprendizaje como de los resultados de la revisión de las respuestas en relación con el contenido temático y el objeto de estudio. Si se tiene en cuenta que se está hablando de un curso de programación I en un programa de ingeniería de sistemas y computación, pareciera que las parejas más efectivas para trabajar en el desarrollo de las pruebas parciales que se analizaron, son las parejas (lógico, secuencial), (lógico, imaginativo), (secuencial, imaginativo) e (imaginativo, imaginativo). Se anota de nuevo que sus inversos también son válidos y que se han omitido por razones lógicas.

En cuanto a los resultados obtenidos en la evaluación final, en la cual cada grupo estaba conformado por un representante (por lo menos) de cada cuadrante, los resultados se muestran en las tablas 7 y 8.

Tabla 7
Resultados cuantitativos de evaluación final (I sem 2014)

Eval Final	Lógico	Secuencial	Social	Imaginativo	Nota
Grupo 1	2	1	1	1	4,2
Grupo 2	1	1	2	1	4,3
Grupo 3	1	1	1	1	4,5
Grupo 4	1	2	1	2	4,8
Grupo 5	1	1	1	1	4,4

Tabla 8
Resultados cuantitativos evaluación final (II sem 2014)

Eval. Final	Lógico	Secuencial	Social	Imaginativo	Nota
Grupo 1	1	1	1	1	4,6
Grupo 2	2	1	1	1	4,8
Grupo 3	1	1	1	1	4,5
Grupo 4	1	1	2	2	4,5

El único criterio que se tuvo para la conformación de los grupos es que en estos se representaran los cuatro cuadrantes. También se les informó a los estudiantes que se valoraría la participación de ellos en la solución de los problemas planteados en la evaluación final. Esto se hizo con el ánimo de que todos adoptaran una actitud altamente proactiva en relación con el proceso de evaluación y con la interacción con el resto del grupo. La estrategia fue efectiva y la participación fue masiva. Debe tenerse en cuenta que a lo largo del semestre se dio, por razones que escapan el objetivo de esta investigación, el retiro de varios estudiantes.

Discusión

Como es de suponer, todo estudio es susceptible de mejorarse a partir de los procedimientos metodológicos sobre los cuales se fundamenta su investigación asociada. A la luz de los resultados obtenidos a lo largo de dos semestres, y con más de 100 estudiantes, puede concluirse al menos de manera preliminar que en un curso de programación introductorio (como es el curso programación I donde se realizaron las pruebas), que cuando se realizan actividades académicas por parejas, y se facilita la interacción al interior de las mismas, las combinaciones más efectivas tomando como base los perfiles que provee el modelo 4Q de preferencias de pensamiento son (lógico, secuencial), (lógico, imaginativo), (secuencial, imaginativo) y (social, imaginativo).

Muchas razones podrían aflorar al momento de justificar estas conclusiones; sin embargo, el perfil de cada uno indica que el estudiante lógico pareciera complementarse muy bien con aquellos cuyo perfil preferente sea el secuencial y el imaginativo. El perfil lógico encuentra razones, posiblemente tan lógicas como convincentes, para que el estudiante secuencial acate sus indicaciones a seguir y como para que el imagi-

nativo ponga a volar su creatividad dentro de un contexto delimitado por las reflexiones que aporta el lógico.

De la misma manera, la relación aparentemente armónica entre el imaginativo, con pares secuenciales o sociales, tiene su raíz aparentemente en el hecho de que el imaginativo es capaz de construir un contexto que le permita al secuencial seguir un camino bien definido, y al social, establecer relaciones que permitan complementar lo planteado desde la creatividad del imaginativo. No ha de desconocerse que estas reflexiones podrían ser válidas siempre y cuando se tengan en cuenta las condiciones y el contexto en el cual se realizó esta investigación.

Por otra parte, cuando se conforman grupos de trabajo en donde participen estudiantes identificados con cada uno de los perfiles preferentes, un representante de cada perfil, y además se propician espacios y estrategias que faciliten la participación de todos de manera proactiva, permanente; es muy posible que se obtengan resultados muy favorables tanto para el grupo completo como para cada uno de los participantes.

Cuando un grupo de trabajo académico se organiza para que todos los perfiles pertenezcan, participen y aporten, el grupo funcionará como un equipo y tendrá una forma de interacción armónica, sin que exista un perfil preferente, sino que se posibilita la interacción y el aporte de los cuatro perfiles.

Esta investigación puede complementarse con una retroalimentación evaluativa a cada uno de los integrantes del grupo que se presentó en el examen final. La observación directa y el monitoreo por parte del docente es absolutamente necesaria y si llega a observar que algún estudiante no está tomando parte activa en el desarrollo de las soluciones a responder en la evaluación, tendrá que intervenir para promover que dicha participación se dé sin menoscabo de los objetivos trazados como logros de aprendizaje, sin que se afecte la interacción, comunicación y debate al interior del grupo.

Conclusiones

La adopción del modelo 4Q de preferencias de pensamiento permite potencializar significativamente procesos de aprendizaje por parejas siempre y cuando los criterios de selección y agrupamiento de los estudiantes estén basados en una relación armónica entre sus cuadrantes preferentes.

Resulta de gran utilidad que los docentes universitarios de ingeniería conozcan modelos y teorías que fortalezcan y potencien sus estrategias de aprendizaje. El conocimiento, asimilación, aplicación, retroalimentación, evaluación y revisión de teorías de aprendizaje le permiten al docente universitario, especialmente en los programas de ingeniería, realizar un trabajo docente más efectivo en términos del aprendizaje y que impliquen menos esfuerzos en relación con la parte que compete al docente.

La participación del estudiante en procesos donde sea proactivo es de gran importancia y por esta razón, en gran medida, la motivación, el interés por el objeto de estudio, la interacción y la comunicación, son factores que dependerán de las estrategias que el docente adopte dentro del aula de clases.

La utilización de las tecnologías de la información y la comunicación permiten que el docente se aproxime al mundo tecnológico moderno que se ha constituido en el lenguaje natural de los jóvenes de hoy y del cual es imposible que el docente universitario se sustraiga para efectos de tener una cercanía comunicativa que facilite los procesos de aprendizaje. La experimentación e investigación en este campo de la educación, y especialmente en áreas tecnológicas como la ingeniería, aún está por empezar a recolectar resultados que podrán no solo nutrir la profesión, sino también el conocimiento del área disciplinar.

Conflictos de interés

Los autores declaran que no tienen conflictos de interés potenciales relacionados con los contenidos de este artículo.

Referencias

- Ausubel, D. (1986). *Sicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. Trillas.
- Ausubel, D. (2012). *The acquisition and retention of knowledge*. Springer.
- Barriga-Arceo, F. D., y Hernández-Rojas, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. McGraw-Hill Interamericana.
- Bonwell, C. y Eison, J. (1991). Active Learning: Creating Excitement in the Classroom. *ASHEERIC Higher Education Report*, 1(1). <https://eric.ed.gov/?id=ED336049>
- Bruner, J. S. (1963). *El proceso de la Educación*. Editorial Hispanoamericana.
- Bruner, J. S. (1969). *Hacia una teoría de la instrucción*. Hispanoamericana.
- Bruner, J. S. (1991). *Actos de significado*. Alianza Editorial.
- Bruner, J. S. (2010). *Actos de significado*. Gedisa.
- Chaverra-Fernández, B. E., Gaviria-Cortés, D. F., González-Palacio, E. V., Muriel-Echavarría, J. M., Uribe-Pareja, I. D., Moreno-López, J. D., Cardona-Mejía, L. M., y Bustamante-Castaño, S. A. (2023). *Cómo son y qué hacen los buenos profesores: Sus voces y las de sus estudiantes*. Fondo Editorial FCSH. <https://doi.org/10.17533/978-628-7592-65-0>
- Collazos, C. A., Guerrero, L. A., Pino, J. A., Renzi, S., Klobas, J., Ortega, M., Redondo, M. A., y Bravo, C. (2007). Evaluating collaborative learning process. *Educational Technology and Society*, 10(3), 257-274. <https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.10.3.257>
- Davidson, N. (2021). *Pioneering Perspectives in Cooperative Learning*. Routledge.
- Díaz, J. (2019). La interacción educación investigación innovación en ingeniería. *Revista Investigación e Innovación en Ingeniería*, 7(2), 4-5. <https://doi.org/10.17081/invinno.7.2.3647>
- Felder, R. (2004). Changing times and paradigms. *Chemical Engineering Education*, 38(1), 32-33.
- Felder, R. y Brent, R. (1999). Active Learning vs. Covering the syllabus. *Chemical Engineering Education*, 33(4), 276-277. https://www.researchgate.net/publication/293601942_FAQS_IActive_learning_vs_covering_the_syllabus_and_dealing_with_large_classes
- Felder, R. y Brent, R. (2003). Learning by doing. *Chemical Engineering Education*, 37(4), 282 - 283. https://www.researchgate.net/publication/279589632_Learning_by_doing
- Herrmann, W. (1989). *Creative Brain*. The Ned Herrmann Group.
- Herrmann, W. (2000). *The whole brain*. McGraw-Hill.
- Llanos-Mosquera, J. M. y Bucheli-Guerrero, V. A. (2021). Analítica de aprendizaje como estrategia de apoyo al aula invertida en cursos de programación: Una revisión sistemática de literatura. *Investigación e Innovación en Ingenierías*, 9(1), 114-135. <https://doi.org/10.17081/invinno.9.1.4464>
- Lumsdaine, R. (2006). *Creative Problem Solving*. Prentice Hall.
- Lumsdaine, E. y Lumsdaine, M. (2005). *Creative Solving Problem: Thinking skills for a changing world*. McGraw-Hill.
- Medina, J. (2017). *Cerebro y sociedad*. Urano.
- Muñoz, L. (2020). *Modelo de comunicación en Ingeniería basado en competencias blandas*. RudeColombia.
- Prince, M. (2004). Does Active Learning work? *Journal Engineering Education*, 93(3), 223-231. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>
- Rebollo-Pedruelo, M. (2001, julio 16-18). *Aprendizaje activo en el aula*. VII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática. Asociación de Enseñantes Universitarios de la Informática, Palma de Mallorca, España. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8957665>
- Silva-Santana, R. (2021). *Como desenvolver suas hard skills e soft skills*. Kindle Edition.
- Trejos-Buriticá, O. I. (2012). *Aprendizaje en Ingeniería: un problema de comunicación*. [tesis doctoral]. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Valdebenito-Zambrano, V. y Durán-Gisbert, D. (2013). La tutoría entre iguales como un potente recurso de aprendizaje entre alumnos: Efectos de la fluidez y comprensión lectora. *Perspectiva Educacional*, 52(2), 154-176. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4365335>