

# **Evaluación de aspectos técnicos y humanos en el trabajo colaborativo como estrategia de enseñanza en los cursos de programación universitarios**

## **Evaluation of technical and human aspects in collaborative work as a teaching strategy in university programming courses**

Ramón Ventura Roque Hernández<sup>1</sup>

Sergio Armando Guerra Moya<sup>2</sup>

Frida Carmina Caballero Rico<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Tamaulipas, email: rvhernandez@uat.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9727-2608>

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Nuevo León, email: sagm52@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3369-8527>

<sup>3</sup>Universidad Autónoma de Tamaulipas, email: fcaballer@uat.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7121-5143>

Autor para correspondencia: rvhernandez@uat.edu.mx

**Resumen:** Este artículo compara la programación por pares y Mob en los cursos universitarios desde las percepciones de los alumnos sobre aspectos técnicos y humanos. Se realizaron pruebas de rangos con signo de Wilcoxon. Los resultados indicaron que los alumnos prefirieron la programación por pares en aspectos técnicos ( $p=0.03$ ) y en una evaluación global que realizaron ( $p=0.04$ ).

**Palabras clave:** Desarrollo de software, educación superior, estudiantes universitarios.

**Abstract:** This paper compares pair and Mob programming in university courses from students' perceptions of technical and human aspects. Wilcoxon signed rank tests were performed. Results indicated that students preferred pair programming in technical aspects ( $p = 0.03$ ) and in a global evaluation they completed ( $p = 0.04$ ).

**Key words:** Software Development, Higher Education, University Students.

**Recepción:** 26 de diciembre de 2019

**Aceptación:** 26 de marzo de 2020

**Forma de citar:** Roque Hernández, R., Guerra Moya, S. y Caballero Rico, F. (2020). Evaluación de aspectos técnicos y humanos en el trabajo colaborativo como estrategia de enseñanza en los cursos de programación universitarios, *Voces De La Educación*, 5(10), p. 22-31.



Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

# **Evaluación de aspectos técnicos y humanos en el trabajo colaborativo como estrategia de enseñanza en los cursos de programación universitarios**

## **INTRODUCCIÓN**

Los cursos universitarios de programación plantean retos importantes para alumnos y maestros. De acuerdo a Koulouri, Laria y Macredie (2014), durante los primeros dos años de los estudios universitarios en nuevas tecnologías existen altos índices de reprobación en estas asignaturas. Al respecto, Umaphy y Ritzhaupt (2017) añaden que tradicionalmente a los alumnos se les solicita trabajar de manera individual en las actividades de programación. Celepkolu y Boyer (2018) coinciden y destacan la importancia de implementar los enfoques colaborativos en estos cursos, pues han demostrado contribuir a mejorar el rendimiento, las habilidades de pensamiento crítico, la construcción del conocimiento y el intercambio de ideas.

La programación por pares es una práctica colaborativa ágil en la que dos personas trabajan simultáneamente utilizando solo un equipo de cómputo y comparten el objetivo de crear software de buena calidad en corto tiempo. Poonam y Yasser (2018) subrayan que los aspectos técnicos y humanos relacionados con la programación por pares son muy importantes; sin embargo, reconocen que en la literatura se les ha dado más importancia a los técnicos. En este sentido, Aottiwerch y Kokaew (2018) piensan que la elección de un compañero compatible es un factor humano fundamental para lograr un buen desempeño en el trabajo en parejas.

Sadath, Karim, y Gill (2018) así como Smith, Giugliano, y DeOrio (2018) proponen la programación por pares como una práctica esencial para compartir conocimientos entre los estudiantes mientras que Chen y Rea (2018) sugieren trabajar con este tipo de metodologías incluso en las asignaturas ajenas al desarrollo de software. Meyer (2018) enfatiza la necesidad de realizar más investigaciones sobre la efectividad de los enfoques ágiles y las mejores guías para su uso.

Por otra parte, la programación Mob es un enfoque metodológico que reúne a tres o más personas para trabajar colaborativamente en la creación de un mismo software, usando un espacio común y una misma computadora conectada a un sistema de proyección ampliada. El trabajo de Zuill (2015) fue uno de los primeros en brindar detalles concretos sobre la programación Mob. Zuill menciona cuán importante es la participación activa de todos en el equipo, la cual se consigue a través de dos roles: un conductor que utiliza el teclado y varios navegadores. El conductor no piensa ni analiza; esas son tareas que los navegadores deben realizar (Pyhäjärvi & Falco, 2018).

La programación Mob ha sido poco estudiada formalmente en el contexto educativo, aunque sí se cuenta con algunos reportes de experiencias cualitativas provenientes de su aplicación en el desarrollo de software empresarial. Sin embargo, los beneficios y ventajas de la

programación Mob no han sido suficientemente cuantificados y es necesario profundizar en ellos a través de experimentos científicos (Lilienthal, 2017). En este punto coinciden Balijepally, Chaudhry, y Sridhar (2017), quienes reflexionan sobre la necesidad de validar empíricamente la programación Mob en contextos académicos e industriales.

Es claro que existe un vacío de referentes empíricos, cuantitativos y formales sobre la programación Mob, particularmente en contextos educativos. La investigación que se presenta en este artículo fue realizada con la motivación de aportar datos basados en evidencias sobre la programación Mob en comparación con la programación por pares, que es un enfoque más conocido y utilizado. El objetivo fue comparar ambas formas de trabajo en relación a aspectos técnicos y humanos, en un contexto universitario y desde las percepciones de los estudiantes. Se tuvo la hipótesis de que las percepciones serían distintas para la programación por pares y Mob, sin anticipar cuál de las dos sería mejor evaluada por los participantes. En el siguiente apartado se explica la metodología seguida en este trabajo. Luego se presentan los resultados y su discusión. Para finalizar se exponen las conclusiones y los trabajos futuros.

## **METODOLOGÍA**

### **Diseño de investigación**

Se utilizó un diseño cuantitativo con un alcance correlacional (Hernández Sampieri, 2014) y objetivos comparativos. Todos los participantes fueron expuestos a las dos modalidades de trabajo y las evaluaron. Estas puntuaciones se consideraron como medidas repetidas o pareadas. De acuerdo a Laerd (2019), este diseño de investigación es apropiado cuando se desea determinar la existencia de diferencias en las mediciones entre dos tratamientos distintos, para lo cual resulta útil una prueba como la de rangos con signo de Wilcoxon en el análisis de datos.

### **Participantes**

En este trabajo participaron 54 estudiantes (37 hombres y 17 mujeres) provenientes de dos grupos inscritos en la asignatura de “Programación intermedia” que corresponde al tercer periodo de la carrera “Licenciatura de Tecnologías de la información” en una universidad pública estatal mexicana. Su edad estaba en el rango de 18 a 27 años, con una media de 20.50 y desviación estándar de 2.07. En el primer grupo hubo 24 participantes y en el segundo, 30.

### **Procedimiento**

La investigación se llevó a cabo en un centro de cómputo donde los estudiantes toman sus clases de programación de manera habitual. Los alumnos asistieron a sesiones regulares indicadas en su horario y no sabían que eran parte de esta investigación. En cada grupo se utilizaron dos sesiones con duración de dos horas cada una. En el primer grupo se trabajó primero con programación por pares y luego con Mob. En el segundo grupo el orden se invirtió. Esto ayuda a reducir sesgos asociados al orden en el que los participantes son

expuestos a una condición particular (Laerd, 2019). Todos los estudiantes tenían experiencia de trabajo individual pero no utilizando alguno de estos dos enfoques. Los alumnos tuvieron prohibido observar el código de otras personas, pero podían navegar en internet y consultar sus notas. El ejercicio que se solicitó resolver implicó listados y consultas de registros provenientes de bases de datos. Los estudiantes contestaron el cuestionario después de haber trabajado con cada modalidad y proporcionaron sus respuestas de manera personal considerando sus propias vivencias.

En la sesión de programación por pares, los alumnos fueron asignados aleatoriamente a equipos de dos personas que utilizaron una sola computadora. Los estudiantes intercambiaban el teclado y el mouse cada siete minutos, tiempo que era cronometrado y anunciado por los investigadores. Para la sesión Mob se utilizaron cuatro computadoras distribuidas en distintos puntos del laboratorio, una para cada equipo. También se proporcionaron sillas y cuatro proyectores que tuvieron que solicitarse y configurarse con antelación. Los alumnos fueron asignados aleatoriamente a los equipos, los cuales se organizaron de acuerdo al consenso de sus integrantes. Sin embargo, tuvieron instrucciones de mantenerse apegados a la filosofía Mob. Todas estas condiciones fueron garantizadas en ambos grupos durante el desarrollo de este trabajo.

### **Análisis de datos**

El análisis de datos se realizó en dos fases. Se utilizaron los programas SPSS 25 y AMOS 24 con la herramienta de Gaskin (2019). La primera fase se realizó antes del experimento y tuvo como objetivo diseñar el instrumento de recolección de datos; consistió en la realización de un análisis factorial exploratorio, un análisis factorial confirmatorio y el cálculo de valores alfa de Cronbach. La segunda fase fue realizada después del experimento y tuvo el objetivo de encontrar diferencias significativas entre los aspectos medidos por las dimensiones del cuestionario; consistió en la realización de pruebas de rangos con signo de Wilcoxon para dos muestras relacionadas.

En la primera fase se realizó una prueba piloto con alumnos del mismo nivel educativo y del mismo contexto pero en modalidad individual. A través de esta prueba piloto se pudo encontrar la existencia de dos dimensiones en el cuestionario. A la primera se le asignó el nombre de “aspectos técnicos de la metodología”. A la segunda se le nombró “aspectos humanos al trabajar con la metodología”. Cada planteamiento en el cuestionario estaba evaluado en una escala de uno a diez. El uno aludía a un aspecto muy malo, mientras que el diez a uno excelente. Se calculó el valor de Alfa de Cronbach para cada dimensión, así como la participación proporcional de cada pregunta. Esto se realizó dividiendo el valor de la correlación total de elementos corregida de cada pregunta entre la suma de las correlaciones de todas las preguntas en esa dimensión.

En la segunda fase, una vez recolectados los datos se calculó un valor ponderado para cada dimensión con base en las respuestas recabadas y en los porcentajes de participación

obtenidos de la prueba piloto. Luego se realizaron pruebas de rangos con signo de Wilcoxon para dos muestras relacionadas para cada dimensión y para la calificación global que los alumnos otorgaron a cada enfoque. En todas las pruebas de hipótesis se consideró un nivel de confianza del 95%.

## RESULTADOS

### Resultados de la fase 1: diseño del instrumento de recolección de datos

#### Análisis factorial

El cuestionario pasó por un análisis factorial exploratorio, en el que a través del método de Factorización de ejes principales con autovalores mayores a 1 y Rotación Promax con  $Kappa = 4$  se obtuvieron dos dimensiones con una varianza total explicada del 67.84%. Se obtuvo un valor de  $KMO = 0.838$ , y en la prueba de esfericidad de Barlett se encontraron los siguientes valores:  $\chi^2 = 338.94$ ,  $gl=36$ ,  $sig. \cong 0$ . Posteriormente se realizó un análisis factorial confirmatorio buscando encontrar dos dimensiones. La estructura de estas permaneció igual que en la etapa del análisis factorial exploratorio. Las dos dimensiones encontradas se muestran en la Tabla 1.

Dimensión	Pregunta	Aspecto a evaluar	Carga (matriz patrón)
1. Aspectos técnicos de la metodología	2	Facilidad de entender la metodología	.96
	3	Facilidad de implementar la metodología	.81
	4	Facilidad de adaptar la metodología al contexto del proyecto	.88
	5	Facilidad para trabajar con la metodología	.75
	8	Rapidez para finalizar el programa	.62
	9	Calidad del programa realizado con la metodología	.88
2. Aspectos humanos	11	Motivación para trabajar	.77
	12	Organización para trabajar	.74
	14	Satisfacción con el trabajo realizado	.84

Tabla 1. Dimensiones encontradas en el cuestionario. Fuente: Elaboración propia.

#### Revisión de la validez del instrumento

A través del análisis realizado en AMOS (ver Tabla 2), se determinó que el instrumento presenta validez convergente pues para ambas dimensiones se obtuvieron valores de confiabilidad compuesta (CR) mayores a 0.70, valores de varianza media extraída (AVE) superiores a 0.5 y valores de varianza media compartida (MSV) menores que AVE. Así mismo se determinó que el instrumento posee validez discriminante pues en la raíz cuadrada de AVE -en letra negrita- es superior a las correlaciones con las otras dimensiones. Por otra parte, en el análisis HTMT, se obtuvo el valor de 0.52 entre ambas dimensiones.

Dimensión	CR	AVE	MSV	1 Aspectos técnicos	2 Aspectos humanos
1 Aspectos técnicos	0.92	0.68	0.31	<b>0.82</b>	
2 Aspectos humanos	0.83	0.62	0.31	0.56	<b>0.79</b>

Tabla 2. Análisis de validez convergente y validez discriminante. Fuente: Elaboración propia.

### Revisión de la consistencia interna

El instrumento completo tuvo un Alfa de Cronbach de 0.88. En la dimensión de aspectos técnicos se encontró un valor de Alfa de 0.90 y en la dimensión de aspectos humanos se tuvo un valor de 0.77. Los tres resultaron aceptables y se determinó que el instrumento posee consistencia interna.

### Resultados de la fase 2: Comparación de la programación por pares y Mob.

#### Estadísticos Descriptivos

Los estadísticos descriptivos de media, desviación estándar, mediana y rango intercuartil se muestran en la Tabla 3 para la programación por pares y para la Programación Mob.

Dimensión	Programación por pares				Programación Mob			
	Mediana	Desv. Estándar	Mediana	Rango I.C.	Mediana	Desv. Estándar	Mediana	Rango I.C.
1. Aspectos técnicos	8.84	1.22	9.16	1.16	8.29	1.76	8.83	2.28
2. Aspectos humanos	9.02	1.49	9.64	1.27	8.37	2.18	9.37	2.42
Calificación global	8.57	1.88	9.00	2.00	7.93	2.55	9.00	3.00

Tabla 3. Estadísticos descriptivos de la muestra. Fuente: Elaboración propia.

#### Diferencias en aspectos técnicos

La prueba de Wilcoxon para establecer diferencias en los aspectos técnicos resultó significativa (PValue = 0.02, Z=-2.19); las puntuaciones más altas fueron para la programación por pares (rango promedio= 24.72) y las más bajas para la programación Mob (rango promedio = 21.22).

#### Diferencias en aspectos humanos

A pesar de que las mayores puntuaciones se concentraron en la programación por pares (rango promedio =20.50) y las menores puntuaciones fueron para la programación Mob (rango promedio = 16.54), no fue posible establecer diferencias estadísticas significativas en

la dimensión de aspectos humanos (PValue = .07, Z=-1.81) con un nivel de confianza de 95%.

### **Diferencias en la calificación global otorgada a las metodologías**

En la calificación global, sí se encontraron diferencias estadísticas significativas (PValue=0.04, Z=-1.9). Las puntuaciones más altas fueron para la programación por pares (rango promedio = 21.86) y las más bajas fueron para la programación Mob (rango promedio = 14.80).

### **DISCUSIÓN**

Los resultados de esta investigación tienen implicaciones prácticas para la docencia de la programación, pues proporcionan antecedentes contextualizados sobre el uso del trabajo por parejas y Mob en el entorno universitario. Estamos de acuerdo con Poonam y Yasser (2018) sobre la importancia de no soslayar los aspectos humanos en el estudio de los enfoques metodológicos, pues más allá de los aspectos técnicos, son seres humanos quienes intervienen en el desarrollo de nuevas aplicaciones informáticas. Nuestros hallazgos coinciden con lo expuesto por Sadatah, Karim y Gill (2018) y por Smith, Giugliano y DeOrio (2018), pues encontramos que la programación por pares es una estrategia didáctica efectiva que permite compartir conocimientos y vivencias. También destacamos la necesidad de que los estudiantes sean capaces de trabajar en equipo para desarrollar software, pues en el mundo real este es el escenario más común. Por otra parte, igual que Lilienthal (2017) y Balijepally, Chaudhry y Sridgar (2017) consideramos que es necesario seguir profundizando sobre la programación Mob para contar con antecedentes más sólidos acerca de su implementación en las aulas universitarias.

### **CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS**

La enseñanza de la programación es una tarea compleja que se ve favorecida con la aplicación de técnicas colaborativas y vivenciales. La programación por pares y Mob son dos enfoques de trabajo que se utilizan en el desarrollo de software profesional y que pueden ser aplicados también en el aula. En esta investigación se encontró que los estudiantes prefirieron la programación por pares en lugar de la modalidad Mob en aspectos técnicos y en una evaluación global que realizaron. Es importante reflexionar que desde la perspectiva docente, puede ser más sencillo coordinar las prácticas de programación en parejas que de programación Mob. Esto es debido a la distribución típica de los recursos en los laboratorios de cómputo. La programación Mob requiere lugares más amplios y privados en donde trabajar, además de condiciones apropiadas de iluminación que permitan una proyección nítida. En este sentido, la programación por pares es un recurso de fácil implementación en la docencia con buenas expectativas de aceptación estudiantil. Sin embargo, aún es necesario promover más investigaciones relacionadas con la evaluación de enfoques de trabajo colaborativos aplicados a la enseñanza de la programación en las aulas universitarias.

## Bibliografía

- Aottiwerch, N., & Kokaew, U. (2018). The Analysis of Matching Learners in Pair Programming Using K-Means. *2018 5th International Conference on Industrial Engineering and Applications*, (págs. 362-366).
- Balijepally, V., Chaudhry, S., & Sridhar, N. (2017). Mob Programming – A Promising Innovation in the Agile Toolkit. *Twenty-third Americas Conference on Information Systems, Boston, 2017 - Systems Analysis and Design (SIGSAND)* (págs. 1-9). Boston, Estados Unidos: AIS Electronic Library.
- Celepko, M., & Boyer, K. E. (2018). The importance of producing shared code through pair programming. *SIGCSE 2018 - Proceedings of the 49th ACM Technical Symposium on Computer Science Education, 2018-Janua*, 765–770. <https://doi.org/10.1145/3159450.3159516>
- Chen, K., & Rea, A. (2018). Do Pair Programming Approaches Transcend Coding? Measuring Agile Attitudes in Diverse Information Systems Courses. *Journal of Information Systems Education*, 29(2), 53-64.
- Gaskin, J., & Lim, J. (2019). Gaskination's Stat Wiki. Retrieved from AMOS Plugins website: <http://statwiki.kolobkcreations.com>
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación* (6a. ed.). Ciudad de México: McGrawHill.
- Koulouri, T., Lauria, S., & Macredie, R. D. (2014). Teaching introductory programming: A quantitative evaluation of different approaches. *ACM Transactions on Computing Education*, 14(4). <https://doi.org/10.1145/2662412>
- Lilienthal, C. (2017). From Pair Programming to Mob Programming to Mob Architecting. *International Conference on Software Quality - SWQD2017 - Software, Quality, Complexity and Challenges of Software* (págs. 3-12). Vienna, Austria: Springer. doi:10.1007/978-3-319-49421-0\_1
- Meyer, B. (2018). Making Sense of Agile Methods. *IEEE Software*, 91-94.
- Poonam, R., & Yasser, C. (2018). An Experimental Study to Investigate Personality Traits on Pair Programming Efficiency in Extreme Programming. *2018 5th International Conference on Industrial Engineering and Applications*, (págs. 95-99).
- Pyhäjärvi, M., & Falco, L. (2018). *The Mob Programming Guidebook*. n/d: LeanPub.
- Sadath, L., Karim, K., & Gill, S. (2018). Extreme Programming Implementation in Academia for Software Engineering Sustainability. *2018 Advances in Science and Engineering Technology International Conferences (ASET)*, (págs. 1-6). Abu Dhabi.
- Smith, M., Giugliano, A., & DeOrio, A. (2018). Long Term Effects of Pair Programming. *IEEE Transactions on Education*, 1-8. doi:10.1109/TE.2017.2773024
- Umamathy, K., & Ritzhaupt, A. D. (2017). A meta-analysis of pair-programming in computer



programming courses: Implications for educational practice. *ACM Transactions on Computing Education*, 17(4), 1–13. <https://doi.org/10.1145/2996201>

Zuill, W. (2015). *Mob Programming - A Whole Team Approach*. Retrieved from Agile Alliance: [https://www.agilealliance.org/wp-content/uploads/2015/12/ExperienceReport.2014.Zuill\\_.pdf](https://www.agilealliance.org/wp-content/uploads/2015/12/ExperienceReport.2014.Zuill_.pdf)

## *Acerca de los autores*

***Ramón Ventura Roque Hernández***, Ingeniero en Sistemas Computacionales y Maestro en Ciencias en Ingeniería Electrónica por el Instituto Tecnológico de Nuevo Laredo, Tamaulipas, México. También es Doctor Ingeniero en Telemática por la Universidad de Vigo, España y Doctor en Educación por La Universidad José Martí de Latinoamérica. Realizó un post-doctorado en Filosofía y sus mediaciones integradoras y también ha realizado varias estancias de investigación. Actualmente es profesor en la Universidad Autónoma de Tamaulipas y pertenece al Sistema Nacional de Investigadores CONACYT (Nivel 1). Su docencia se centra en las asignaturas de Ingeniería del Software y Programación. Las líneas de su interés se ubican en la informática aplicada, la ingeniería del software y la educación superior.

***Sergio Armando Guerra Moya***, Ingeniero Mecánico Electricista, Maestro en Ingeniería Industrial y Doctor en Filosofía con Especialidad en Administración por la Facultad de Contaduría Pública y Administración (FACPYA) de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). Actualmente es Profesor - Investigador en esa misma universidad y ha sido Profesor de tiempo completo en el Posgrado de la Facultad de Contaduría Pública y Administración UANL desde 1987 a la fecha. Además, ha sido asesor de empresas y negocios internacionales. Ha impartido cursos de Estadística para Investigadores en nivel Maestría y Análisis Multivariante e Investigación Cuantitativa en Ciencias Sociales en nivel Doctorado.

***Frida Carmina Caballero Rico***, Doctora en Educación Internacional por la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Obtuvo la Maestría en Desarrollo Organizacional en la Universidad de Monterrey. Cuenta con estudios especializados sobre Ciencia y Tecnología en la Universidad Menéndez y Pelayo de España, en Proyectos de Investigación y Desarrollo por la Organización de Estados Iberoamericano y de Bioeconomía por el Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de Argentina. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores CONACYT Nivel Candidato. Ha sido responsable técnico de cinco proyectos de investigación con financiamiento externo (CONACYT-FORDECYT-FOMIX). Actualmente es Profesora Investigadora y Coordinadora del Doctorado y Gestión y Transferencia del Conocimiento en la Universidad Autónoma de Tamaulipas.