

CB-1.202

DE LA ESTRUCTURA INFORMAL A LA ARQUITECTURA DE VALIDACIÓN: UN EMERGENTE EN LA COMUNIDAD DE PRÁCTICA DE FORMADORES DE PROFESORES CAM

Jaime Romero Cruz (1), Olga León Corredor (1), Martha Bonilla Estévez (1), Diana Gil-Chaves (1), Edwin Carranza Vargas (1), Claudia Castro Cortés (1), Francisco Sánchez-Acero (2)

(1)Universidad Distrital Francisco José de Caldas, (2)Universidad Konrad Lorentz Colombia

jhromeroc@gmail.com; olgleon@yahoo.com; marthabonillae@gmail.com; dianagilchaves@yahoo.es; edalcava@gmail.com; mathclaudiacaastro@gmail.com; alejandroupn@gmail.com

Núcleo temático: IV. Formación del profesorado en Matemáticas.

Modalidad: CB

Nivel educativo: Educación superior

Palabras clave: Comunidades de práctica, investigación en diseño, formación de profesores de matemáticas, diseños accesibles

Resumen

Se presenta la “Arquitectura para la validación de diseños didácticos en escenarios naturales” como manera en que la comunidad de práctica de profesores de matemáticas, CAM, opera la investigación acerca de la validación de diseños de ambientes didácticos que acogen la diversidad en escenarios naturales. Tal forma de operar emergió en una práctica de investigación que combina el método Investigación en ciencia de diseño, Experimentos de enseñanza, y sistematización de la práctica en comunidades de práctica. Pide ser usada por formadores de profesores de matemáticas que se identifiquen como profesores de matemáticas partícipes legítimos y transformadores en un ambiente didáctico que incorpora el acogimiento de la diversidad. Aporta a la problemática de la educación inclusiva elementos que pueden colaborar en la formación de profesores de matemáticas para que acojan la diversidad.

La comunidad de investigadores y formadores de profesores, CAM, asume el diseño de ambientes de aprendizaje que potencien el aprender a enseñar matemáticas acogiendo la diversidad como un aspecto problemático que debe ser investigado. Entre otras cuestiones porque requiere que sus miembros se identifiquen como partícipes en un ambiente didáctico e incorporen en su práctica de enseñar el acogimiento de la diversidad mientras los estudiantes para profesor aprenden a enseñar matemáticas y aprenden matemáticas. Durante el diseño de ambientes de aprendizaje emergieron distintas formas de organización de CAM. El presente artículo focaliza e interpreta, como sistematización de las organizaciones sociales e informales emergentes, aquellas formas que dan cuenta de la complejidad de CAM en tanto comunidad de práctica (Wenger, 2010) que investiga sobre

11

su práctica de investigación en relación con la validación del diseño de ambientes didácticos en escenarios naturales que integran tecnologías para la formación de profesores de matemáticas que acojan la diversidad; esto es, sobre una organización emergente, formal y estructurada en la que CAM se reconoce como partícipe de un ambiente didáctico y a la que denominó *Arquitectura para la validación de diseños didácticos en escenarios naturales*.

La comunidad de práctica (CoP) como espacio para la formación de profesores de matemáticas (PM) y de formadores de profesores de matemáticas (FPM)

Sánchez & García (2004) hacen énfasis en que FPM debe tener conocimientos acerca de la naturaleza, estructura y organización del conocimiento del PM y cómo se aprende a enseñar matemáticas; pero, además, en que éste sepa reflexionar acerca de su propia práctica de profesor. Así que mientras los dos primeros dominios parecen dirigidos a informar y regular racionalmente la práctica del FPM, el tercero parece ser un dominio de saber que tiene como propósito que, en tanto profesor, el FPM aprenda de las cuestiones que enfrenta en su práctica y genere, para sí, conocimiento experiencial reflexionado e informado; Linares & Krainer (2006) coinciden en este punto, aunque requieren evolución de la reflexión en comunidades de formadores, entendiendo la formación de profesores como el ingreso paulatino a comunidades de práctica (Linares, 2000).

CAM detectó, como cuestión problemática, la existencia de diversidad en las aulas, en tanto fenómeno humano necesario, aunada a su invisibilidad real o pretendida (León & Calderón, 2009; León, et al., 2014). Situación presente también en las aulas de matemáticas y en las de formación de PM, incluyendo aquellas en las que miembros de CAM enseñan. Adoptó como modo de reflexión la investigación de su práctica en tanto FPM y como empresa compartida (Wenger, 2010) contribuir a la formación de estudiantes para profesor de matemáticas (EPPM) y PM que puedan configurar y participar en prácticas que acojan la diversidad. Desde el punto de vista político intenta constituir posibilidades de participar del goce de los bienes culturales, desde el punto de vista de la ética intenta aproximar respuesta a ¿qué perdemos cuando no interactuamos en diversidad?

CAM ha postulado la existencia de ambientes didácticos (Romero, et al., 2015; León, et al., 2014) para vincular ambientes de enseñanza, ambientes de aprendizaje y condiciones del ambiente didáctico que se consideran al profesor, y éste se considera a sí mismo, agente diseñador de ambientes de aprendizaje (Laurillard, 2012).

CAM focaliza el diseño y validación de ambientes didácticos accesibles (León, et al., 2013; 2014; Bonilla, et. al., en prensa). Responde al reto tornando el acogimiento de la diversidad objeto de reflexión, así lo determina mediante tres características: reconocer, promover y participar de la diversidad; lo constituye práctica curricular generando ambientes de aprendizaje accesibles. En cierto sentido es una manera de explicitar la inmersión de CAM en un régimen de competencia y un régimen de responsabilidad (Wenger, 2010, p. 180).

Estos regímenes regulan las prácticas de CAM, en particular las de investigación ligadas al diseño de AA accesibles e incluyen procesos de diseño y validación. Como afirma Wenger (2010) «Over time, a history of learning becomes an informal and dynamic social structure among the participants, and this is what a community of practice is» (p. 180). En tanto CoP que investiga sobre su propia práctica, CAM fue generando en su historia de aprendizaje, desde la sistematización consciente de las organizaciones sociales dinámicas e informales una estructura emergente, formalizable, en la que se reconoce como partícipe de un

ambiente didáctico. Dicha emergencia es intrínseca a la práctica (Wenger, 2010, p. 181) pero consistente con la Ciencia del diseño en tanto tiene como propósito y como meta de investigación no sólo explorar, describir, explicar fenómenos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas sino además diseñar un AA accesible para intervenir la problemática social vinculada al requerimiento de la inclusión; esto es (Dresh, Pacheco, & Valle, 2015) «to produce systems that do not yet exist; to modify existing situations to achieve better results. [The] research is oriented toward solving problems» (p. 13).

A tal organización emergente CAM la denomina “Arquitectura para la validación de diseños didácticos en escenarios naturales”, nominación que intenta referir no sólo su carácter estructural sino el carácter experiencial y significativo de la vida que sostiene la práctica y que por ella fluye.

Una manera de operar la investigación en diseño en CAM

Como ya se ha expresado, la manera escogida por CAM para reflexionar y aprender de su propia práctica es investigar esa práctica para refinarla al introducir en ella el diseño de ADA que generen AA accesibles como manera de hacer operativo el acogimiento de la diversidad. El método escogido es Investigación en Ciencia del Diseño, ICD, (Dresh, et al., 2015). Esta escogencia acepta que «the use of the Design Science is recommended as a new epistemological paradigm for conducting research» (Dresh, et al., 2015, p. 48) necesario en el sentido que se pretende aportar a la solución del problema diseñando ADA que diseñen AA que acojan la diversidad. Pretensión que requiere la conciencia de la interacción compleja, de constitución mutua, que los hace ser investigador y objeto investigado, diseñador y objeto diseñado (Dresh, et al., 2015). Así que investigar el diseño es investigar la práctica que lo diseña y conversamente.

El método ICD en educación matemática depende de la Ciencia del diseño y del campo de la didáctica de las matemáticas. Entonces un AA en tanto existencia espacio/temporal (Romero, et al., 2015) puede ser visto como

[...] a meeting point an "interface" in today's terms between an "inner" environment, the substance and organization of the artifact itself, and an "outer" environment, the surroundings in which it operates. If the inner environment is appropriate to the outer environment, or vice versa, the artifact will serve its intended purpose (Simon, 1996, p. 6).

En tanto emergente, la estructura de esta investigación es compatible con la Ciencia del diseño. Trata de operar la investigación de la práctica de diseñar AA y objetos virtuales de aprendizaje vistos como interfaces u objetos limitáneos (Wenger, 2010) debido a la relación que se establece entre estos diseños y los espacios de formación de profesores como escenarios naturales. El proceso de investigación de CAM reconoce como contexto social el macro proceso de formación de PM, como conocimiento de contexto el conocimiento sobre la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, como enfoque epistemológico los supuestos científicos (rigor) y valores (pertinencia) de la Ciencia del diseño. Así la investigación en educación puede tener efecto transformador del contexto social y del conocimiento de contexto.

Las hipótesis para el diseño, la evolución y la validación de AA accesibles como espacio privilegiado para refinar la práctica y complejizar su estructura, toman como fuente empírica: i) los saberes del FPM, en tanto profesor e investigador, a través de los que expresa su dominio sobre los saberes que integran la didáctica de la didáctica de las matemáticas (León, et al., 2014); ii) la propuesta de formación mediante la cual el FPM realiza la intención de propiciar que los EPPM aprendan la práctica de enseñar matemáticas acogiendo la diversidad iii) la evolución del AA donde se concretan los aprendizajes de los EPPM. La producción de estas fuentes empíricas, así como sus relaciones plantean problemas cuya tematización genera ámbitos de refinamiento de la práctica haciendo emerger comunidades de práctica al interior de CAM atribuyéndole complejidad de constelación de práctica (Wenger, 2010).

Es la ganancia de complejidad de la estructura organizativa de la práctica en CoP la que da forma a la estructura de la Arquitectura de validación, mientras que, la producción en de la investigación parece más vinculada a los distintos momentos del diseño del AA de acuerdo con el modo propuesto por Cobb & Gravemeijer (2008) para los experimento de enseñanza y en concordancia con el método ICD. La investigación de la práctica de investigación produjo este modo de operar la Ciencia del diseño en una CoP.

Caracterización de la Arquitectura de validación

La estructura profunda de la Arquitectura de validación está determinada por el método ICD (Dresch, et al., 2015). Considera tres ámbitos de validación y cuatro escenarios (laboratorios), roles, procesos y corredores.

Un ámbito se concibe como una zona de cuestiones y problemas ligados a la investigación; dado que todos estos problemas y cuestiones pertenecen al refinamiento de la práctica de formación de PM que acogen la diversidad, los ámbitos elegidos son los que permiten dar cuenta del refinamiento de dicha práctica así:

- Refinamiento de la práctica como experiencia de llegar a ser profesor de matemáticas que acoge la diversidad. Se estudia cómo un sujeto se identifica a sí mismo como competente en su práctica como profesor de matemáticas que acoge la diversidad.
- Refinamiento de la práctica como experiencia de ser miembro de pleno derecho en la comunidad de investigadores de educación matemática.
- Refinamiento de la práctica como experiencia de constelación, éste asume la constitución de elementos teóricos del refinamiento de la práctica como instrumentos pertinentes de la didáctica de la didáctica del acogimiento de la diversidad en educación matemática.

Cada uno de los tres ámbitos para el refinamiento de la práctica integra escenarios específicos donde están las condiciones para el refinamiento, para el desempeño de roles apropiados para las prácticas y los procesos que le otorgan idoneidad a la práctica. Finalmente, la arquitectura se complementa con los tipos de corredores que permiten la comunicación efectiva entre los tres ámbitos, de manera que la Arquitectura para la evolución de los diseños didácticos, se consolida como una supra estructura.

La dinámica en la Arquitectura

Los procesos que dinamizan la arquitectura son los típicos de CoP y de constelaciones de práctica (Wenger, 2010). A saber: Cosificación/Participación -preparación, diseño y prospectiva de AA, diseños de OVA, validación de diseños-; negociación de significados/identidad -participación en la economía de significados de formación de profesores de matemáticas que acogen la diversidad, participación en la economía de significados de la didáctica de la formación de profesores de matemáticas que acogen la diversidad-; correduría entre lo local y lo global -generar resultados, someterlos a prueba-; la emergencia a partir del diseño -hacer hipótesis y contrastarlas-. Los roles de los agentes, personas y comunidades, serán en relación con hacer parte y tener la experiencia en la comunidad, la constelación, o incluso, ser generador de conciencia en la constelación, en sus distintos ámbitos y escenarios. Será profesor que puede llevar a cabo con otros profesores e investigadores un experimento de enseñanza con el propósito de formar profesores que acogen la diversidad; tallerista y laboratorista con otros investigadores en didáctica para la formación de PM que acogen la diversidad y será investigador en didáctica de esa didáctica con otros que investigan sobre eso mismo (Llinares, 2014). En este último caso la competencia investigativa involucra la competencia necesaria para ser FPM, para ser formador de formadores y para saber cómo es que se produce dichas formaciones.

La continua reflexión, producción y sistematización desde los ambientes didácticos realizada por CAM en cada uno de los ámbitos de refinamiento de la práctica tuvo algunos resultados. En el ámbito de refinamiento de la práctica como experiencia de llegar a ser profesor, la discusión y producción se centro en el diseño de tres OVA y un curso fuente y tres ambientes de aprendizaje accesibles.

En el ámbito de refinamiento de la práctica como experiencia de ser miembro de pleno derecho en la comunidad de investigadores de educación matemática, los miembros de CAM organizados en laboratorios propusieron dos instrumentos de observación del funcionamiento del diseño y de validación de los ambientes de aprendizaje, los sistematizaron y reflexionaron acerca de ello.

A partir de los resultados obtenidos, la comunidad de investigadores va sistematizando la evolución de experimento de enseñanza. El análisis de la información se utilizará para el proceso de validación.

Conclusiones

Cuando el diseño pertenece a la solución de un aspecto de la práctica de los propios investigadores se sigue que refinar el diseño queda vinculado de manera solidaria a refinar la práctica de los investigadores en relación con ese aspecto problemático. En el refinamiento del diseño se considera también el refinamiento de los procesos de diseño. La cuestión antes enunciada está vinculada a la naturaleza práctica del conocimiento generado. Revela la necesidad de convertir la propia práctica investigativa en procesos de reflexión y sistematización que permitan percibir los modos que actualizan la forma de la actividad de investigación, la forma de la actividad que actualiza la manera en que se manifiestan los métodos científicos y los métodos científicos de investigación predefinidos para orientar la práctica de investigación.

Durante el flujo de la práctica investigativa estos métodos emergen como existencias mundanas flexibles y móviles cuya presencia no se revela de manera inmediata a los agentes en ellas involucrados, porque éstos y aquellas hacen parte de la estructura interna

del flujo de la práctica que modifica en el espacio de problemas en el que la investigación está inscrita. Cuando la reflexión sobre la práctica los hace perceptibles, cobran existencia como cosificaciones de flujo de la práctica (Wenger, 2010) que sometidos a la percepción inquisidora por los investigadores de su práctica aceleran la constitución de la estructura que develada se vuelve artefacto de la práctica, ahora comunicable como objeto diseñado: una arquitectura de validación.

Agradecimientos

Este escrito es resultado del Proyecto “Desarrollo didáctico y tecnológico en escenarios didácticos para la formación de profesores que acogen la diversidad: factores para su implementación y su validación en la UDFJC”. Cofinanciado por COLCIENCIAS y la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Programa AIDETC, (código 1419-6614-44765).

A las Universidades Distrital Francisco José de Caldas y Konrad Lorenz por proveernos de escenarios naturales.

Bibliografía

- Bonilla, M., León, O., Romero, J., Gil, D., Sánchez, A., Castro, C., & Torres, E. (en prensa). El diseño de ambientes de aprendizaje: la experiencia de la comunidad CAM. En D. Calderón (Edit.) *Ambientes de aprendizaje para la formación de profesores que acogen la diversidad y la diferencia*. pp. 77-104. Bogotá: Fondo de publicaciones Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Cobb, P., & Gravemeijer, K. (2008). Experimenting to Support and Understand Learning Processes. En A. Kelly, R. Lesh, & J. Baek (Edits.), *Handbook of Design Research Methods in Education: Innovations in Science, Technology, Engineering, and Mathematics Learning and Teaching* pp. 68-95.
- Dresh, A., Pacheco, D., & Valle, J. (2015). *Design Science Research. A Method for Science and technology*. New York: Springer.
- Laurillard, D. (2012). *Teaching as a Design Science. Building Pedagogical Patterns for Learning and Technology*. New York: Routledge.
- León, O., & Calderón, D. (2009). Incidencia de las representaciones sociales en el acceso de la población con limitación visual a la educación básica primaria. *Revista Alteridad*, 37-44.
- León, O., Bonilla, M., Romero, J., Gil, D., Correal, M., Avila, C., ... Márquez, A. (2014). *Referentes curriculares con incorporación de tecnologías para la formación del profesorado de matemáticas en y para la diversidad*. Bogotá: Fondo de publicaciones Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- León, O., Medina, R., Saiz, M., Bonilla, M., Romero, J., Gil, D., ... Márquez, A. (2013). Relaciones entre “Diseño para Todos” y “Diseño con Todos” en Formación de Profesores de Matemáticas. *Para uma Formacao Virtual Acessivel e de Qualidade*, 162-169.
- Llinares, S. (2000). Intentando comprender la práctica del profesor de matemáticas. En J. da Ponte, & L. Serrazina (Edits.), *Educação Matemática em Portugal, Espanha e Italia*. pp. 109-132. Lisboa: Secção de Educação Matemática da Sociedade Portuguesa de Ciências de Educação.
- Llinares, S. (2014). Experimentos de enseñanza e investigación. Una dualidad en la práctica del formador de profesores de matemáticas. *Educación matemática*, 31-51.

- Llinares, S., & Krainer, K. (2006). Mathematics (Student) Teachers and Teacher Educators as Learners. En A. Gutiérrez, & P. Boero (Edits.), *Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education: Past, Present and Future*. pp. 429-460. Rotterdam/Taipei: Sense publishers.
- Romero, J., Torres, E., Castro, C., Bonilla, M., León, O., Carranza, E., ... Sánchez, A. (2015). Repertorio común comunidad alter-nativa de matemáticas UD. Recuperado de <http://alternativatutor.udistrital.edu.co/ATutor/login.php>
- Sánchez, V., & García, M. (2004). Formadores de profesores de matemáticas: una aproximación teórica a su conocimiento profesional. *Revista de Educación*, 481-496.
- Simon, H. (1996). *The Sciences of the Artificial* (3 ed.). Cambridge: The MIT Press.
- Wenger, E. (2010). Communities of practice and social learning systems: the career of a concept. En C. Blackmore (Ed.), *Social learning systems and communities of practice* pp. 179-198. London: Springer.

ANEXOS

Quadro I – Questionário aplicado aos futuros professores de Pedagogia

PARTE 1

1. Se tivesse de explicar O QUE É UM PROBLEMA DE MATEMÁTICA para alguém que não o sabe, como você o faria para ser facilmente entendido?
2. Dê um exemplo de PROBLEMA DE MATEMÁTICA (não precisa resolvê-los).
3. Desenhe um professor de Matemática em seu trabalho na sua sala de aula
4. O que entende por Álgebra?
5. E o pensamento algébrico, o que entende?

PARTE 2

1. Maria e João tem cada um, um cofrinho.
No domingo, eles tinham quantidades iguais de dinheiro no cofrinho.
Na segunda feira, a avó deles veio visitá-los e deu 3 reais para cada um.
Na terça feira, eles foram a uma livraria.
Maria gastou 3 reais em um livro de Harry Potter.
João gastou 5 reais em um calendário.
Na quarta feira, João lavou o carro do vizinho e ganhou 4 reais.
Maria também ganhou 4 reais cuidando de uma criança.
Eles correram para colocar o dinheiro em seus cofrinhos.
Na quinta feira, Maria abriu seu cofrinho e descobriu que tinha 9 reais.
 - a) Faça a representação em forma de desenho ou escrita da movimentação financeira das duas crianças durante a semana.
 - b) Quantos reais Maria e João tinham inicialmente no cofrinho?
7. Tom é 4 cm mais alto que Maria. Maria é 6 centímetros mais baixa que Laila.
 - a) Desenhe a altura de Tom, a altura de Maria e altura de Laila.
 - b) Mostre o que os números 4 e 6 representam.