

Informe final publicable de proyecto

Diseño y evaluación del impacto de un programa de desarrollo profesional en evaluación formativa (EF) para profesores de matemática de Educación Media

Código de proyecto ANII: FSED_2_2019_1_156641

Fecha de cierre de proyecto: 01/04/2023

BALBI BROCH, María Alejandra (Responsable Técnico - Científico)

CURIONE BULLA, Karina (Co-Responsable Técnico-Científico)

CASTRO, Cecilia (Investigador)

BALMORI, Natalia (Investigador)

BONILLA LASTMAN, Micaela María (Investigador)

DEL ARCA SORELLO, Denise Natalia (Investigador)

FRIPP RAINIERE, Ariel (Investigador)

MARIANI, Rosario (Investigador)

VON HAGEN CONSTANST, Alexa Carolina (Investigador)

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL URUGUAY DÁMASO ANTONIO LARRAÑAGA. VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

(Institución Proponente) \\ UNIVERSIDAD DE BARCELONA \\ UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA. FACULTAD DE PSICOLOGÍA
\\ UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL URUGUAY DÁMASO ANTONIO LARRAÑAGA

Resumen del proyecto

Se presentan resultados de un proyecto que diseñó y evaluó el impacto de un curso de desarrollo profesional (CDP) virtual en evaluación formativa (EF) para profesores de Matemática de Educación Media. Se realizó una revisión sistemática sobre cursos de desarrollo profesional en EF (estudio 1); a partir de la metodología de rapid review se identificaron tecnologías digitales para la EF (estudio 2); se desarrolló y validó un instrumento que mide las percepciones de estudiantes (EPA-Estudiantes) y docentes (EPA-Docentes) sobre EF (estudio 3); y se codiseñó el CDP con una metodología de investigación colaborativa entre docentes en servicio e investigadores (estudio 4). Participaron 116 docentes de todos los departamentos del Uruguay y se evaluó el impacto del CDP (estudio 5) en ellos y sus estudiantes (N=1589) mediante un diseño mixto con medidas cuantitativas y cualitativas. El estudio 1 permitió identificar actividades efectivas basadas en la colaboración y la planificación conjunta entre docentes. El estudio 2 mostró que las tecnologías digitales son útiles para la EF en términos de retroalimentación inmediata y personalizada. Los instrumentos EPA-E y EPA-D presentan propiedades psicométricas sólidas, los componen tres factores que abordan aspectos clave de la EF en Matemática. El estudio 5 mostró que los docentes incrementaron significativamente sus conocimientos conceptuales y sus prácticas de EF en retroalimentación, coevaluación y autoevaluación. Cambios que también percibieron sus estudiantes. Mejoró significativamente la percepción de autoeficacia docente. El impacto en los estudiantes mostró resultados diferenciales, mejorando significativamente la habilidad matemática, pero no el aprendizaje autorregulado ni el clima de aula. Son productos de este proyecto catorce audiovisuales de videofeedback y cuatro guías de lectura que resumen evidencia sobre la implementación de la EF. Los hallazgos presentados proporcionan una base sólida para que los docentes desarrollen EF en clases de matemática. Finalmente, se presentan tres recomendaciones para la implementación de prácticas de EF.

Ciencias Sociales / Ciencias de la Educación / Educación General (incluye entrenamiento, pedagogía y didáctica) / Desarrollo profesional docente

Palabras clave: evaluación formativa / desarrollo profesional / webinar /

Introducción

La situación de la educación en Uruguay es preocupante debido a la alta tasa de deserción escolar en la Educación Media, donde solo el 40% de los estudiantes logran graduarse (INEEd, 2021). Además, los estudiantes uruguayos enfrentan dificultades significativas en matemáticas, ya que el 25,3% de los estudiantes de tercer grado no logra aprobar esta materia (INEEd, 2021). Esta brecha de desempeño se asocia con desigualdades socioeconómicas y culturales. En este sentido, es fundamental adoptar nuevas modalidades de acompañamiento docente que ayuden a los estudiantes a mejorar sus habilidades en matemáticas y, por ende, reducir la tasa de deserción escolar.

En este contexto, la Evaluación Formativa (EF) se presenta como una estrategia efectiva para mejorar el aprendizaje de la matemática (Black y Wiliam, 2009; Sáenz y Lebrija, 2014), especialmente en la Educación Media. La EF se refiere a la evaluación para el aprendizaje, en la cual la evidencia del aprendizaje de los estudiantes es interpretada y utilizada por los docentes para tomar decisiones informadas sobre los próximos pasos de enseñanza. Esto, a su vez, tiene un impacto real en el aprendizaje de los estudiantes (Wiliam y Thompson, 2008). La EF se considera como parte integral del proceso de enseñanza y aprendizaje, donde la educación se adapta a las necesidades de los estudiantes. Hattie y Timperley (2007) sugieren que la EF debe ser utilizada para identificar el punto de partida del estudiante (¿dónde estamos?), establecer las metas a alcanzar (hacia donde vamos) y diseñar un plan para llegar allí (¿cómo llegaremos).

Tradicionalmente, la evaluación se consideraba una tarea exclusiva del docente, pero EF sugiere que los estudiantes y sus compañeros también desempeñan un papel importante en la retroalimentación y en el proceso de aprendizaje (Wiliam & Thompson, 2008). Hay acuerdo en que la EF requiere un cambio en la dinámica tradicional del aula, donde la evaluación no se restringe a la corrección, y requiere que los docentes entiendan el proceso de aprendizaje de los estudiantes para ayudarlos a avanzar (Wiliam & Thompson, 2008; Schildkamp et al., 2020).

Wiliam y Thompson (2008) proponen cinco estrategias principales para la EF. Es importante señalar que estas estrategias no deben considerarse independientes o secuenciales, sino como interrelacionadas, de modo que la mejora de una de ellas

beneficia a las otras (Hawe & Parr, 2014).

La primera estrategia es aclarar y compartir las metas de aprendizaje y los criterios de logro. Esta estrategia es la más referenciada en la EF (Heritage, 2007; Nicol & Macfarlane-Dick, 2006; Wiliam, 2011) y es recomendada por el Consejo Nacional de Profesores de Matemáticas (NCTM) (2014). Para definir metas de aprendizaje específicas, los docentes deben analizar el contenido matemático y tener en cuenta los diferentes dominios de la matemática (Heritage, 2007).

La segunda estrategia es construir situaciones que generen evidencias del aprendizaje (Wiliam, 2011; Guskey, 2010), una práctica recomendada por el NCTM (2014). Se pueden obtener evidencias del aprendizaje de los estudiantes mediante preguntas y escuchando interpretativamente y no evaluativamente (McMillan, 2010; Stiggins, 2010; Sadler, 1998). Existe evidencia que muestra que utilizar tareas de evaluación breves y de respuesta corta periódicamente mejora el rendimiento académico de los estudiantes (Phelan et al., 2011), sin embargo, interpretar la evidencia sobre la comprensión de contenidos complejos por parte de los estudiantes resulta desafiante en el contexto de la EM (Clarke et al., 2014; Morgan & Watson, 2002).

La tercer estrategia es proveer retroalimentación que permita a los estudiantes avanzar en el aprendizaje. Se destaca su finalidad prospectiva y no retrospectiva. Saber qué hizo mal es importante, pero mucho más importante es saber cómo lo va a resolver en una acción futura.. Es importante que el feedback se sitúe en la zona de desarrollo próximo del estudiante. Para saber qué se debe hacer instruccionalmente en respuesta a la evidencia de la EF, los profesores de matemáticas deben tener concepciones claras de cómo se progresa en la materia. Un estudio que tuvo por objetivo formar docentes de matemática en EF, reportó que a medida que avanzaban en su desarrollo profesional, utilizaban más actividades sin calificación y más comentarios, a modo de retroalimentación (Bessley, 2018).

La cuarta estrategia es activar el aprendizaje colaborativo entre pares, siendo una estrategia que combina elementos de las estrategias anteriores. Para implementarla, los estudiantes deben internalizar las metas de aprendizaje junto con sus criterios de logro. La evaluación del trabajo de un compañero -coevaluación- implica una carga emocional menor que la autoevaluación, y fomenta la autorregulación (Wiliam, 2009; Black et al., 2003). Además, la investigación ha demostrado que los docentes de matemáticas han encontrado buenos resultados al fomentar la colaboración en pequeños grupos (Rowan-Kenyon et al., 2012; Schunk y Pajares, 2001; Zohar et al., 2001). Esta estrategia es esencial en la enseñanza de la resolución de problemas en matemáticas, ya que la interacción en torno a un buen problema debe ser una oportunidad para evaluar a los estudiantes, conocer sus dificultades y adaptar los procesos de enseñanza y aprendizaje (Lester y Cai, 2016).

La quinta estrategia del modelo de EF implica involucrar al estudiante promoviendo la autorregulación (Andrade y Cizek, 2010; Heritage, 2007; McMillan, 2010). La autorregulación del aprendizaje supone el empleo de un repertorio amplio de estrategias cognitivas, metacognitivas y de gestión de recursos. Actualmente se está explorando la relación entre EF y aprendizaje autorregulado (AA). Mientras que la EF se ha centrado fuertemente en lo pedagógico y lo instruccional, la perspectiva del AA se centra en el estudiante. La interacción entre ambas perspectivas de investigación resulta prometedora (Panadero et al., 2019).

Numerosas publicaciones han investigado los efectos de la EF en el rendimiento académico de los estudiantes. Varios metaanálisis y revisiones sistemáticas han sugerido que la EF puede afectar positivamente el aprendizaje (Black & Wiliam, 1998; Graham et al., 2015; Hattie & Timperley, 2007; Kingston & Nash, 2011; Klute et al., 2017; Lee et al., 2020).

Sin embargo, la implementación exitosa de la EF no siempre es fácil, ya que requiere que los docentes tengan competencias profesionales específicas, como la capacidad de recopilar y analizar datos de aprendizaje, interpretarlos profesionalmente y adaptar el contenido y las metodologías a las necesidades de los estudiantes (Gottheiner & Siegel, 2012; Schildkamp et al., 2009). Por esta razón, se ha enfatizado la importancia del desarrollo profesional de los docentes para implementar eficazmente la EF (Schildkamp et al., 2009; Crichton & McDaid, 2016; Hondrich et al., 2016; Koloi-Keaikitse, 2017; Saito & Inoi, 2017). El conocimiento y las habilidades de los docentes han demostrado ser fundamentales para el éxito de la EF (Lee et al., 2020; Schildkamp et al., 2020; Gottheiner & Siegel, 2012; Lee, 2011; Schildkamp et al., 2009; Aschbacher & Alonzo, 2006; Fox-Turnbull, 2006).

Además, la EF implica un cambio en la dinámica del aula hacia metodologías centradas en el estudiante, que los responsabilizan por su propio aprendizaje (Aldon & Panero, 2020). Para que la EF tenga un impacto en el aprendizaje de los estudiantes, es necesario que exista una coherencia entre las opiniones de los docentes y los estudiantes sobre la EF (Veugen et al., 2021; Pat-El et al., 2013). Si los estudiantes perciben que no están recibiendo suficiente retroalimentación para avanzar, mientras que el docente piensa que sí se la está brindando, es menos probable que la EF tenga éxito en el aprendizaje (Pat-El et al., 2013). Algunas investigaciones han sugerido que los docentes pueden sobrestimar o subestimar sus prácticas de EF, lo que destaca la importancia de una evaluación cuidadosa y una retroalimentación clara y efectiva para el éxito de la EF (Pat-El et al., 2013; Veugen et al., 2021).

En este sentido cobra especial importancia que la ciencia contribuya con herramientas para el desarrollo profesional

docente de matemática del Uruguay. Para abordar esta problemática, nuestro equipo desarrolló un proyecto de diseño y evaluación del impacto de un programa de desarrollo profesional en evaluación formativa para profesores de Matemática de Educación Media con el objetivo general de fomentar la EF en aulas de matemática uruguayas. El mismo se desarrolló en dos etapas: primero se codiseñó el PDP en EF; y luego se implementó y evaluó el impacto del PDP. Nuestra investigación se sostiene en la formación de alianzas entre investigadores y docentes en servicio, compartiendo conocimientos y experiencias, incrementando la validez de las actividades y productos del proyecto a través de la participación en todas las etapas de docentes en servicio (Van den Berg et al., 2015). Según Vaillant (2018), producir y mantener cambios en las prácticas educativas no se logra simplemente mediante la instrucción al profesorado sobre qué y cómo enseñar. Por lo tanto, se alienta a desarrollar intervenciones que estén contextualizadas y sean específicas para lograr dichos cambios. Siguiendo un paradigma de prácticas basadas en evidencia en educación, durante la primer etapa nos encargamos de revisar la mejor evidencia disponible sobre PDP para docentes utilizando la metodología de revisión sistemática (estudio 1); identificar tecnologías digitales para la mediación de procesos de enseñanza y aprendizaje en EF, utilizando la metodología de rapid review (estudio 2); desarrollar y validar un instrumento que mide las percepciones de estudiantes y docentes sobre EF en el aula (estudio 3); diseñar el curso de desarrollo profesional utilizando una metodología de investigación colaborativa (estudio 4).

En la segunda etapa realizamos una convocatoria abierta para cursar el PDP, al que respondieron 116 docentes en servicio de todos los departamentos de Uruguay. Con el fin de estimar el impacto de el PDP (estudio 5) tanto sobre los docentes como sobre sus estudiantes (N=1589) diseñamos una investigación mixta integrando medidas cuantitativas y cualitativas.

Metodología/diseño del estudio

Etapa 1: Codiseño del Curso de Desarrollo Profesional (CDP) en Evaluación formativa (EF)

Estudio 1: Revisión en EF para desarrollo profesional docente.

Para realizar este estudio se utilizó una metodología de revisión sistemática (von Hagen et al., 2020). Empleando la siguiente estrategia de búsqueda: (Teach* OR Educat*) AND (Professional AND (desarrollo OR training OR intervencion OR coaching) AND ("Evaluación formativa" OR "Evaluación para el aprendizaje" OR "evaluación basada en el currículo"). Limitamos nuestra búsqueda a referencias publicadas a partir del año 2000 y escritas en inglés o español. Se realizaron búsquedas en las siguientes bases de datos: PsycINFO, PsycARTICLES, MEDLINE, PubMed, ERIC, ProQuest dissertations, Fuente Académica Premier, Base de datos del Centro de Ciencias Humanas y Sociales de la Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España y Red de información educativa (Redined). También se realizaron búsquedas manuales en las revistas objetivo: Evaluación para una intervención efectiva, Evaluación educativa y Evaluación educativa, Evaluación y rendición de cuentas.

Utilizamos cuatro criterios de inclusión, incorporando únicamente estudios que: (1) se enfocan en los docentes de escuela primaria o secundaria como participantes de la intervención de desarrollo; (2) informan sobre un curso de desarrollo profesional dirigido a mejorar las prácticas de EF de los docentes; (3) midan las prácticas de EF de los docentes a través de (a) medidas dirigidas a los propios docentes (p. ej., cuestionarios, evaluación del conocimiento conceptual, etc.) o (b) mediciones externas de las prácticas de EF de los docentes (p. ej., observaciones en el aula, percepción de los estudiantes de prácticas de EF, etc.); (4) reporten un estudio de intervención con medición de resultados antes y después.

Después de importar los resultados de nuestra búsqueda a Covidence, el software detectó y excluyó automáticamente los duplicados exactos. Luego, dos revisores examinaron de forma independiente cada título y resumen en función de los criterios de inclusión. Los desacuerdos entre ambos revisores se resolvieron mediante el juicio de un tercer revisor independiente. A continuación, descargamos los textos completos de las referencias que se habían incluido hasta el momento. Una vez más, dos revisores evaluaron la elegibilidad de cada texto completo con base en la información proporcionada. Un tercer revisor resolvió los desacuerdos de la misma manera que para la etapa de selección de títulos y resúmenes. Por último, se extrajeron datos sobre información general de reporte, características de los docentes participantes, características del PDP, medidas tomadas y resultados. La revisión buscó contestar a las siguientes preguntas de investigación:

¿Qué características tienen los docentes que participan de PDP en EF?

¿Qué características tienen las actividades PDP en EF?

¿Cómo se evalúan y qué impacto tienen los PDP en EF?

Estudio 2: Identificación de tecnologías digitales para la mediación de procesos de enseñanza y aprendizaje de la matemática.

Utilizamos la metodología de Rapid Review, siguiendo las pautas del Cochrane Rapid Review Methods Group (GARRITTY et al., 2021). La búsqueda de estudios se llevó utilizando la siguiente combinación de términos de búsqueda: ab: (math OR mathematics) AND an: (formative assessment OR feedback) AND ab: (ict OR technology) AND ab: (secondary education OR high school), en bases de datos de WorldCat.org. Posteriormente, debido a la escasez de resultados relevantes para las preguntas de investigación, se realizó otra búsqueda en Google Académico. Esta búsqueda fue sistemática pero no exhaustiva analizando únicamente hasta la página 13. Se contactó también a los autores por correo electrónico y se les consultó por información complementaria. Filtramos estudios publicados después de 2012, ya sea en inglés o español. La figura 1 muestra el diagrama de flujo, procedimiento de las búsquedas y resultados. Primero se detectaron y excluyeron los duplicados exactos. Luego, un revisor examinó cada título y resumen en función de los criterios de inclusión. A continuación, descargamos los textos completos, y dos revisores evaluaron la elegibilidad de cada texto completo. Un tercer revisor resolvió los desacuerdos de la misma manera que para la etapa de selección de títulos y resúmenes. Por último, se extrajeron datos sobre información general de reporte, características de los docentes participantes, características del PDP, medidas tomadas y resultados.

Las preguntas de investigación fueron:

¿Qué TD hay disponibles para implementar la EF en clases de matemática en la Educación Secundaria?

¿Cuáles son los aportes conceptuales y prácticos que permiten mejorar la EF en matemáticas?

¿Cómo afectan estas TD a la gestión pedagógica en EF en matemáticas?

Estudio 3: Desarrollo y validación de una escala para recolectar percepciones de estudiantes (EPA-E) y docentes (EPA-D) sobre evaluación formativa en clases de matemática

Primero, realizamos una revisión sistemática preliminar para identificar el número de dimensiones que debían ser contempladas por el instrumento, basado en cinco estrategias descritas por Wiliam y Thompson (2008), y redactamos los ítems para las dimensiones identificadas. Luego realizamos un análisis de evidencias de validez de contenido, realizando dos análisis de juicio experto en momentos sucesivos. Primero, se convocaron cinco docentes de Educación Media Básica de diversas áreas (Matemática, Lengua, Ciencias experimentales, Informática y Ciencias Sociales). En una segunda instancia participaron 30 docentes exclusivamente del área de Matemática. La versión resultante del estudio de contenido fue sometida a un estudio piloto para testear si tanto los reactivos, como la consigna, resultaba inteligible para los estudiantes. Realizamos un análisis de evidencias de validez aparente donde participaron 27 estudiantes de nivel de Educación Media Básica.

Realizamos un análisis factorial exploratorio y de consistencia interna para la escala estudiantil, donde un total de 534 participantes completaron el cuestionario en una primera fase para realizar el estudio exploratorio. La estructura factorial resultante del análisis factorial exploratorio fue testada en una nueva muestra mediante un análisis factorial confirmatorio, donde 1943 estudiantes de educación media básica completaron el cuestionario. Se empleó el método de estimación Unweighted Least Squares Mean and Variance (ULSMV) robusto para el análisis de variables ordinales (Kilic & Dogan, 2021). Una vez verificado el modelo exploratorio, se procedió a estudiar su invarianza factorial del modelo segmentando la muestra según género -hombres y mujeres- y nivel de estudio -primer año, segundo año, tercer año-. Para estudiar la estabilidad temporal de las puntuaciones se aplicó la versión resultante de los análisis anteriores a una misma muestra en dos momentos diferentes con un intervalo de tiempo de 4 meses. Luego se compararon las puntuaciones mediante la prueba t de Student (Ross & Wilson, 2017). Por último, se probó el ajuste de un modelo tetrafactorial arribado a partir de la validación del instrumento en su versión espejo, con un muestra de 96 docentes (Balbi et al., 2022b).

Estudio 4: Diseño del aprendizaje

En primer lugar, se buscó explorar la pertinencia de las prácticas de EF en el contexto de Educación Matemática en Educación Media Uruguaya (Balbi et al., 2022). Utilizando una versión preliminar del EPA-D se consultó a docentes de matemática (N=30) cuantitativamente que tan frecuentes creía que eran 26 prácticas de EF. Luego se utilizaron entrevistas en profundidad (N=3) para profundizar en las percepciones sobre la frecuencia de la EF, su pertinencia para el contexto específico mencionado, y las dificultades obstáculos que se observan en la práctica. Las mismas fueron

transcritas y se sometieron a análisis temático.

Luego de esta fase exploratoria, para diseñar el PDP, nos apoyamos en el modelo de investigación colaborativa de Fullan et al. (2019) quien propone dos niveles: diseño del aprendizaje colaborativo y moderación como herramienta para valorar la calidad de las actividades de aprendizaje profundo que fueron diseñadas e implementadas. Cuatro docentes de matemática se incorporaron al equipo y aportaron su experticia profesional y observando sus aulas como laboratorios de innovación. Empleamos técnicas de diseño colaborativo y moderación (Fullan et al., 2019) completando todas las fases del proceso de investigación colaborativa sugerido: diseñar, implementar, medir, reflexionar y cambiar. Desarrollamos tres secuencias de actividades matemáticas abiertas que, no sólo son recomendadas por su potencial para la recolección de evidencia sobre el pensamiento matemático del estudiante sino por su accesibilidad y, por tanto, su potencial para la inclusión de estudiantes tanto con dificultades como altas capacidades (Sambová & Tichá, 2016). Además las mismas promueven el uso tecnología digital para favorecer procesos de retroalimentación anticipada y retroalimentación del proceso, ofrecerían rúbricas de auto y coevaluación así como progresiones del aprendizaje en los contenidos y competencias en juego. Luego, dos docentes de matemática de nuestro equipo implementaron las actividades en el aula y tomamos registros audiovisuales de los mismos. A partir de estos insumos nos involucramos en un proceso de evaluación de los resultados, y una mejora de las actividades integrando la perspectiva de los docentes, investigadores y expertos en EF y didáctica de la matemática invitados, que también grabamos y utilizamos como recursos audiovisuales para el PDP. Los contenidos matemáticos de dichas actividades fueron proporcionalidad, expresiones algebraicas y funciones cuadráticas.

Por otro lado, revisamos la literatura disponible sobre EF en contexto de educación matemática y nos involucramos nuevamente en un proceso de colaboración para discutirla y obtener como producto guías teóricas para utilizar en el PDP. Los elementos de diseño identificados como importantes por la literatura científica para el desarrollo profesional docente incluyen un enfoque en el apoyo, mayor adquisición o desarrollo de contenido pedagógico, compromiso, flexibilidad, responder a distintos estilos de aprendizaje, actividades prácticas de aprendizaje, reflexión, y aplicación de conocimientos y habilidades (Bragg et al. 2021). Por esta razón, diseñamos colaborativamente una variedad de recursos de aprendizaje para poner a disposición en el PDP.

Etapa 2: Implementación del Curso de Desarrollo Profesional y evaluación del impacto

Estudio 5: Desarrollo y evaluación del impacto de un CDF en EF para profesores de matemática

Convocamos a profesores de Matemática a realizar un curso titulado "Evaluación para el aprendizaje (EPA) en Educación Matemática", mediante las vías de comunicación de la Universidad Católica del Uruguay, las redes sociales del proyecto, y los contactos y apoyos obtenidos a través del Consejo de Educación Secundaria, la Red Global de Aprendizajes y Ceibal. Mantuvimos entrevistas grupales con todos los interesados para explicar las características del mismo: contenidos, metodología, frecuencia, duración y evaluación. Se explicitó que el PDP formaba parte de una investigación por lo que los datos obtenidos serían usados con ese fin. La implementación del curso se llevó adelante entre mayo y setiembre de 2022, con un formato virtual, a través de la plataforma CREA de Ceibal. Se utilizaron diversos recursos de aprendizaje incluyendo conferencias grabadas, videofeedback, lecturas, autoevaluaciones, grupos de discusión, diario de aprendizaje y ensayos metacognitivos, prácticas de aprendizaje colaborativo, clases y conferencias sincrónicas.

Tomamos medidas pre-post PDP de 1589 estudiantes de educación media básica a través de una encuesta virtual se aplicaron las subescalas de regulación del esfuerzo, aprendizaje entre pares, autorregulación metacognitiva, valor Intrínseco, autoeficacia y ansiedad ante las pruebas del MSLQ-UY (Curione et al., 2017), el Learning Climate Questionnaire (LCQ) (Rodríguez et al., 2019), y EPA-E. También se recabó información sociodemográfica y de rendimiento matemático a través de la prueba SEA para utilizar como medidas control.

Las medidas pre-post con docentes incluyeron Escala de Autoeficacia Percibida (EAP) (Fernandez y Merino, 2012), EPA-D, un cuestionario de conocimientos conceptuales sobre EF de elaboración propia que incluye preguntas abiertas y de múltiple opción. Además se aplicó un cuestionario sociodemográfico

Con respecto a las medidas cualitativas realizamos dos grupos focales de 8-10 docentes para reunir información sobre los siguientes aspectos: conocer la percepción del impacto del diploma EPA en la formación profesional y en las prácticas de aula; y conocer la percepción del impacto de la EF en los estudiantes. La actividad será grabada y procesada directamente con el software NVivo.

Resultados, análisis y discusión

Estudio 1: Revisión de la literatura especializada en EF para desarrollo profesional docente.

El 83% de los docentes que participaron de los estudios son norteamericanos (15), solo un estudio fue realizado en los siguientes países: Camerún, China y Nigeria. Ningún estudio fue realizado en Latinoamérica, por lo que nuestra revisión permite destacar la ausencia de estudios disponibles en latinoamérica que involucren desarrollo profesional en EF. Por otra parte, sólo ocho estudios involucran el contexto específico de la enseñanza de la matemática. Hay un predominio de enfoques generalistas pese a que la literatura sugiere que los PDPs centrados en didácticas específicas son probablemente los más efectivos, ya que diferentes contenidos requieren didácticas diferentes (Popova et al., 2022).

Respecto al tipo de estrategias de aprendizajes empleadas en los PDF recolectamos una variedad de recursos: Grupos de discusión, feedback entre pares, estudios de casos, observación de aula, lecturas específicas, creación de planes de implementación de EF, videofeedback. Observamos una clara tendencia respecto a destacar la importancia de enfoques sobre la práctica que involucren resolver problemas del aula y colaborar entre pares, aspecto consistente con literatura previa (Desimone, 2009; Garet et al., 2001; Darling-Hammond et al., 2017).

Conceptualizar y operacionalizar EF mostró una heterogeneidad tal que afectó la comparación de los impactos en los estudios. Aunque todos presentaban su desarrollo profesional con el objetivo principal de mejorar la EF, algunos priorizaban el uso de rúbricas, otros la retroalimentación, la construcción de progresiones de aprendizaje, la recopilación de pruebas basadas en la evaluación. Sin una clara comprensión de lo que se está estudiando, la evidencia empírica seguirá siendo frágil (Dunn y Mulvenon, 2009)

Los estudios que revisan el impacto en PDP utilizan enfoques cuantitativos (10), cualitativos (6) y mixtos (4). Del total de estudios cuantitativos, sólo el 28% utilizó un diseño de grupo de intervención-control. En cuanto a los instrumentos se utilizaron en su mayoría cuestionarios de autoreporte (61,1%) que evaluaban conocimiento declarativo o procedimental. En menor medida se recurrió a medidas externas como observación de aula o perspectiva de los estudiantes (44,1%). Las medidas utilizadas muestran una variedad muy amplia de formas de medir las prácticas de EF, lo cual puede estar relacionado con la falta de consenso sobre cómo definir y operacionalizar el constructo (Bennett, 2011; Dunn and Mulvenon, 2009). Esto genera dificultades metodológicas para evaluar la efectividad de la EF, sobre todo para resumir los resultados de distintas investigaciones.

Por otro lado, seis estudios estimaron el impacto de los PDP en los resultados de aprendizaje de los estudiantes y lo hicieron predominantemente a través de pruebas estandarizadas. Los procesos autorregulatorios solo se midieron en un estudio (Adewoye, 2018). En general, existe escasa evidencia sobre cómo los PDP en evaluación formativa pueden impactar en los resultados de los estudiantes, siendo nuestro estudio un aporte en este campo. Nuestro estudio además incorpora la evaluación de aspectos autorregulatorios, lo cual es novedoso.

Estudio 2: Identificación de tecnologías digitales para la mediación de procesos de enseñanza y aprendizaje de la matemática.

Se identificaron cinco tecnologías digitales efectivas para implementar EF y/o retroalimentación específicamente en matemática: Mathspace, Algebra met Inzicht, Moebius Assessment, Gizmos y Biblioteca Nacional de Manipulativos Virtuales. Además, otro conjunto de herramientas tecnológicas no específicas para matemática, se utilizaron para potenciar la interacción y retroalimentación entre docentes y estudiantes: Socrative, Nearpod y Showbie (Dalby & Swan, 2019); GoFormative (Shirley, 2021); Seeing the entire picture (Olsher, 2019), Texas Instruments Navigator™ (Irving et al., 2016). Las tecnologías encontradas presentaban limitaciones para su implementación por no ser de libre acceso o no contar con una versión en español, por lo tanto nuestro proyecto debió buscar alternativas de tecnologías con similares funcionalidades de libre acceso y con las que los docentes uruguayos ya se encontraban familiarizado.

Identificamos dos modelos conceptuales que permiten valorar las tecnologías digitales en EF: las cuatro estrategias claves del modelo conceptual propuesto por Dalby y Swan (2019) y el modelo SAMR (Substitución, Aumentación, Modificación, Redefinición) desarrollado por Puentedura (2006). Únicamente Moebius Assessment (20%) permite la estrategia de (1) preguntar y/o crear actividades, la mayoría (80%) posibilita (2) resumir, con recopilación instantánea de la información y (3) analizar en base a un procesamiento automático de los datos y tres (60%) permiten (4) adecuar la toma de decisiones basada en los resultados de la evaluación formativa. En general, hay acuerdo en que la tecnología no puede reemplazar la importancia de la interacción humana y el desarrollo de habilidades sociales y emocionales en el aula (Borba et al., 2018). Irving et al. (2016) sugiere que simplemente proporcionar TD a los docentes no necesariamente hace la diferencia, en este sentido, garantizar el acceso simplemente a las TD es una primera etapa, que luego debe acompañarse de las transformaciones necesarias que apunten a un uso con sentido pedagógico de la tecnología (Da Silva, 2014; Young, 2017).

Estudio 3: Desarrollo y validación de una escala para recolectar percepciones de estudiantes (EPA-E) y docentes (EPA-D) sobre evaluación formativa en clases de matemática

El análisis exploratorio (N=534), permitió arribar una estructura de tres factores que conservó 34 de los 49 ítems sometidos a análisis y explicó un 57.7% de la varianza total. Los factores presentaron una óptima consistencia interna superiores a .80 en todas las dimensiones, lo que indica que existe una elevada homogeneidad entre los ítems retenidos en cada dimensión. Por otro lado, los índices H de replicabilidad del constructo adoptaron valores superiores a .80 en todos los casos, lo estaría indicando que la estructura extraída es altamente factible que pueda ser replicada (Ferrando & Lorenzo-Seva, 2018). La estructura de segundo orden resultante del análisis factorial exploratorio fue posteriormente testada mediante un análisis factorial confirmatorio (N=1943). Como resultado, se obtuvieron adecuados índices de ajuste del modelo y parámetros estadísticamente significativos. La equivalencia factorial se verificó tanto al testear la estructura según género como según nivel. La misma muestra de sujetos completó el instrumento en dos momentos diferentes con un intervalo de tiempo de cuatro meses. Los resultados mostraron que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los puntajes ($p > .01$). Se constató un adecuado ajuste del modelo con CFI=0.99, NNFI=0.99 y RMSEA=0.056 [0.054; 0.058].

El primer factor evalúa la estrategia de colaboración en el aprendizaje y refleja prácticas de estudiantes colaborando para aprender y realizando coevaluación. Este factor destaca un aspecto que es enfatizado por la literatura tanto de EF como en la educación matemática que, a la vez, no había sido reflejado en escalas desarrolladas en estudios previos (Pat-El et al 2013; Dorman, 2006; Brown & Hirschfeld, 2008).

El segundo factor evalúa aspectos relacionados a la labor docente, incluyendo la retroalimentación a través de diálogos formativos que se informan por la recolección de evidencia del aprendizaje. Además, incorpora ítems que conceptualizan el error como oportunidad de aprendizaje (Große & Renkl, 2007; Durkin & Rittle-Johnson, 2012). Esta reconfiguración de reactivos podría dar cuenta de un docente cercano, que percibe e interpreta a sus estudiantes, y propone una enseñanza receptiva en matemática, pudiendo adaptar la instrucción y respondiendo en microescala a las ideas de los estudiantes a medida que surgen (Jacobs & Empson, 2016; Robertson et al., 2015).

Finalmente, el tercer factor evalúa la autoevaluación, referida a la reflexión del estudiante sobre su propio proceso de aprendizaje, a través de prácticas que eliciten el pensamiento del estudiante mediante prácticas de conversación y de redacción, promoviendo procesos metacognitivos. Este factor es importante ya que hay evidencia en educación matemática que señala la importancia de que el docente lleve adelante acciones para promover la metacognición o reflexión sobre el aprendizaje en el estudiante (Schoenfeld, 1987; Perry et al., 2019)

Estudio 4: Diseño del aprendizaje

Los resultados aportados por el análisis de la información de los grupos focales aportaron información valiosa que permitió adaptar la EF al contexto específico de la educación matemática en aulas uruguayas (Balbi et al., 2022). Las estrategias de recolección de evidencia, retroalimentación, colaboración e implicación autorregulada en el aprendizaje son viables y frecuentes en Educación Matemática, sin embargo, la estrategia de aclarar y compartir metas requiere adecuación para el contexto. Además, se describen nueve prácticas novedosas de EF. Según los participantes, la

implementación de la evaluación formativa crea tensiones con la función sumativa, es muy laboriosa de implementar y en consecuencia insume tiempo fuera del aula

Como resultado del ciclo de investigación colaborativa, donde docentes de matemática diseñaron, implementaron y ajustaron actividades en procesos de evaluación y reflexión, obtuvimos 14 audiovisuales que denominamos videofeedback. Tres de ellos tratan sobre clases de enseñanza de la matemática en proporcionalidad y funciones lineales. Contiene segmentos claves de la clase alternando con valoraciones y reflexiones del docente sobre lo sucedido. Ocho de ellos tratan sobre las cinco estrategias del modelo de William. metas, recolección de evidencia, retroalimentación, coevaluación y autoevaluación del aprendizaje. Finalmente, hay tres videofeedback que reflejan entrevistas en profundidad con estudiantes tratando aspectos como: aprendizaje colaborativo versus aprendizaje independiente, evaluación formativa versus calificación, conocer metas de aprendizaje versus no conocerlas.

Además elaboramos cuatro guías de lectura que resumen evidencia sobre la implementación de la EF específicamente en el contexto de la matemática: "La EF en la educación matemática", "Formular metas e interpretar evidencia con mirada profesional", "Retroalimentación y colaboración para la EF en la educación matemática", y "Aprendizaje autorregulado, motivación y EF en educación matemática".

Estudio 5: Desarrollo y evaluación del impacto de un CDF en EF para profesores de matemática

La implementación del curso se llevó adelante entre mayo y septiembre de 2022, con un formato virtual, a través de la plataforma CREA de Ceibal. Fue autorizado por la DGE y la Inspección de Matemática y apoyado por el departamento de Matemática de Ceibal. Además, el CFE reconoció una equivalencia crediticia para la carrera docente que consta en el acta Acta N°20, Resolución N° 23, Expediente 2021-25-5-007967.

Evaluación del impacto en docentes y estudiantes.

Se utilizaron pruebas t-student para comparar las variables docentes antes y después del desarrollo profesional. Sobre los aprendizajes conceptuales $t(87)=7.649$, $p<.001$ y prácticas que implementan en sus aulas $t(87)=6.201$, $p<.001$, reflejan procesos con diferencias significativas. La medida de la escala EPA-D también muestra diferencias significativas en las tres subescalas reportadas: retroalimentación $t(87)=6.478$, $p<.001$; coevaluación $t(87)=6.004$, $p<.001$ y autoevaluación $t(87)=5.684$. A nivel global también se encuentran diferencias significativas en la escala EPA-D $t(87)=7.860$, $p<.001$. A su vez, reportan percibirse más autoeficaces $t(87)=5.326$, $p<.001$, encontrándose diferencias significativas con $p<.001$ en las tres subescalas de autoeficacia para la enseñanza, la gestión del aula y la implicación de los estudiantes. Obtuvimos un resultado consistente al recoger datos de los estudiantes, quienes reportan que sus docentes realizan más evaluación formativa (EPA-E), con diferencias significativas en las 3 sub-dimensiones y a nivel global: retroalimentación $t(87)=5.983$, $p<.001$, coevaluación $t(87)=9.602$, $p<.001$, autoevaluación $t(87)=4.009$, $p<.001$, y total $t(87)=7.549$, $p<.001$.

Para evaluar el impacto en los aprendizajes de los estudiantes, se utilizaron pruebas no paramétricas de wilcoxon tras rechazar la hipótesis de normalidad. Los estudiantes de nuestra muestra realizaron progresos en matemática en los tres niveles escolares estudiados: primero año $z=-2.113$ $P=0.032$; segundo año $z=-2.537$, $p=0.010$; y tercer año $z=-4.401$, $p<.001$. Estos resultados son esperables porque transcurren 4 meses donde el estudiante participa del curso de Matemática. No obstante, el clima de aula no mejoró ni tampoco los procesos de autorregulación del aprendizaje. Que los estudiantes mejoren sus estrategias de aprendizaje autorregulado requiere procesos de instrucción específicos que no fue objetivo de este proyecto desarrollar, la investigación muestra que incluso cuando se desarrollan intervenciones para la promoción del aprendizaje autorregulado existen problemas de transferencia, es decir, es difícil que los estudiantes utilicen las estrategias aprendidas fuera el ámbito de instrucción (Torrano et al., 2017). Por su parte, la mejora en el clima de aula supone también diseños de instrucción específicos para que los docentes adopten un estilo promotor de la autonomía que impacte positivamente en la motivación intrínseca, en el compromiso de los estudiantes, en la mayor asistencia a clases, entre otros efectos positivos (Reeve, 2006; Reeve, 2009), es importante señalar que tampoco fue objetivo de nuestro proyecto impactar en el clima de aula, sino evaluar el posible impacto indirecto en dicha esfera.

Conclusiones y recomendaciones

En conclusión, el desarrollo profesional online, implementado en nuestro estudio para docentes de matemática sobre evaluación formativa, mostró impactos positivos en la totalidad de medidas evaluadas en docentes e impactos diferenciados en estudiantes. Tras participar durante 4 meses en un desarrollo profesional online, con una dedicación de 10 hs semanales, los docentes incrementaron significativamente sus conocimientos conceptuales en EF así como prácticas en retroalimentación, coevaluación y autoevaluación. Estos cambios, también fueron percibidos por sus estudiantes, quienes reflejaron incremento significativo en la escala EPA-E en sus tres dimensiones: retroalimentación, autoevaluación y coevaluación. Además, su percepción de autoeficacia docente mejoró significativamente, en las tres dimensiones involucradas, autoeficacia para la enseñanza y la gestión del aula y autoeficacia para lograr la implicación de los estudiantes.

El impacto en los estudiantes mostró resultados diferenciales. En el breve período de estudio su habilidad matemática mejoró significativamente, en los tres niveles escolares estudiados. No obstante, el clima de aula no mejoró ni tampoco los procesos de autorregulación del aprendizaje, estos resultados tienen sentido ya que no se desarrollaron procesos de instrucción específicos, no fue objetivo de nuestro proyecto impactar en el clima de aula ni en los procesos de aprendizaje autorregulado sino evaluar el posible impacto indirecto de la mejora de las prácticas de evaluación formativa desarrolladas por los docentes. En este sentido, nuestro proyecto incorporó medidas indirectas de variables escasamente estudiadas en la literatura previa en EF.

Nuestro primer estudio de revisión sistemática sobre cursos de desarrollo profesional en evaluación formativa aporta insumos importantes sobre el estado del arte en la temática. En primer lugar, existe una brecha significativa en la representatividad geográfica de la literatura disponible para la región. En este contexto, nuestro estudio cobra relevancia por su carácter innovador en Latinoamérica. La revisión permitió identificar actividades de aprendizaje profesional que podrían estar asociadas a prácticas efectivas: grupos de discusión, feedback entre pares y resolución de problemas del aula, reflejando la importancia atribuida a enfoques prácticos y colaborativos, coherentes con la literatura existente. En relación con el impacto en los resultados de aprendizaje de los estudiantes, es escasa la cantidad de estudios que evalúan este aspecto y predominantemente han priorizado medidas de rendimiento en pruebas estandarizadas. Como señalamos anteriormente, en nuestro estudio, la evaluación del aprendizaje autorregulado y el clima de aula aporta novedad al campo, pero también destaca la necesidad de investigaciones adicionales en esta área específica.

Por otro lado, nuestro segundo estudio permitió identificar tecnologías digitales potencialmente beneficiosas para implementar la EF, especialmente en términos de retroalimentación inmediata y personalizada, como facilitadora de la discusión y reflexión tanto en pequeños grupos como con la clase en general. También identificamos un modelo conceptual (Dalby y Swan, 2019) que permite modelar el proceso de EF liderado por el docente e incluyendo la tecnología digital como herramienta. En este sentido, nuestra revisión es consistente con estudios previos, donde destaca que la TD no sustituye competencias docentes de tipo y timing para la retroalimentación o interpretación de las necesidades de los estudiantes en su aprendizaje.

Nuestro tercer estudio presenta el desarrollo y validación de un instrumento que mide las percepciones de estudiantes y docentes sobre EF en el aula. La herramienta presenta propiedades psicométricas sólidas y evalúa tres factores, y un factor de segundo orden. Los tres factores identificados en la escala abordan aspectos clave de la evaluación formativa en el contexto de la enseñanza de matemáticas. El primer factor destaca la estrategia de coevaluación en el aprendizaje, reflejando prácticas de evaluación entre pares y trabajo colaborativo entre estudiantes. El segundo factor evalúa aspectos relacionados con la labor docente, incluyendo la retroalimentación basada en evidencia del aprendizaje. Finalmente, el tercer factor se centra en la autoevaluación del estudiante, destacando la importancia de la reflexión sobre el propio proceso de aprendizaje mediante prácticas metacognitivas. Con esta herramienta, tanto docentes como estudiantes pueden involucrarse activamente en la evaluación del entorno de aprendizaje. Por un lado, los estudiantes aportan sus percepciones participantes, se comprometen y comprenden las intenciones del docente. Por otro lado, el docente recibe retroalimentación de sus estudiantes. Con los resultados de EPA-E, el docente puede tomar decisiones y ajustar sus prácticas. Además, puede comparar las percepciones de los estudiantes con las suyas propias, ya que cuenta con una versión espejo que evalúa las mismas dimensiones (EPA-Docente).

Siguiendo un enfoque disciplinar, nuestro cuarto estudio aporta insumos para adaptar la EF al contexto específico de la educación matemática. El análisis de los grupos focales permitió validar como pertinentes, adecuar e incorporar estrategias novedosas de evaluación formativa en Educación Matemática. Además, identificamos barreras que encuentran los docentes a la hora de implementar EF. Por otro lado, como resultado del proceso de investigación colaborativa donde participaron docentes de matemáticas, expertos en didáctica de la matemática y en evaluación formativa se encuentran disponibles catorce audiovisuales de videofeedback y cuatro guías de lectura que resumen evidencia sobre la implementación de la EF específicamente en el contexto de la matemática.

Consideramos que al menos, tres recomendaciones, se podrían derivar de nuestro trabajo.

1. Es fundamental incorporar tecnologías digitales que permitan ofrecer retroalimentación inmediata y personalizada. Herramientas como plataformas educativas o aplicaciones pueden facilitar la discusión y la reflexión, tanto en pequeños grupos como en la clase en general. Esto no solo mejora la interacción entre estudiantes y docentes, sino que también apoya el desarrollo de coevaluación y autoevaluación entre estudiantes.
2. Los docentes deben participar en cursos de desarrollo profesional que se centren en estrategias prácticas de EF. Estos cursos deben incluir grupos de discusión, intercambio de feedback entre pares y resolución colaborativa de problemas específicos del aula. La formación continua y la reflexión sobre la práctica docente son claves para mejorar las habilidades de evaluación y para que los docentes puedan implementar con éxito la EF en sus aulas.
3. Usar instrumentos validados en nuestra población permite tomar mejores decisiones, El instrumento tiene una versión espejo, que permite acceder a recoge la perspectiva no sólo del docente, sino de los estudiantes, brindando información sobre tres dimensiones clave de la EF: retroalimentación, autoevaluación y coevaluación. Además de promover su uso, se recomienda la creación de espacios de aula donde los docentes puedan compartir los resultados con los estudiantes, interpretar las miradas donde estudiantes y docentes muestran coincidir y disentir, atribuir explicaciones a estas diferencias y ajustar con mirada prospectiva la enseñanza, implicando al estudiante en la transformación.

Referencias bibliográficas

- Aldon, G., & Panero, M. (2020). Can digital technology change the way mathematics skills are assessed? *ZDM*, 52(7), 1333–1348. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01172-8>
- Andrade, H., & Cizek, G.J. (Eds.). (2009). *Handbook of Formative Assessment* (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203874851>
- Aschbacher, P.R., & Alonzo, A.C. (2006). Examining the Utility of Elementary Science Notebooks for Formative Assessment Purposes. *Educational Assessment*, 11, 179 - 203.
- Balbi, A., Bonilla, M., Otamendi, M., Curione, K. & Beltrán-Pellicer, P. (2022). Formative Assessment and Mathematics Education: the Perspective of In-Service Mathematics Teachers. *Acta Scientiae* 24. 236-268. [10.17648/acta.scientiae.7043](https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.7043).
- Barana, A.; Marchisio, M.; Sacchet, M. (2019). Advantages of Using Automatic Formative Assessment for Learning Mathematics. En Draaijer, S., Joosten-ten Brinke, D., Ras, E., (Eds), *Technology Enhanced Assessment*. Springer Nature.
- Balbi, A., Bonilla, M., Curione, C., Berrutti, S., & Freiberg, A., (2022b). Desarrollo y validación de una escala para recolectar percepciones de los estudiantes sobre evaluación formativa en clases de matemática. En prensa.
- Barana, A.; Marchisio, M.; Sacchet, M. (2021). Effectiveness of Automatic Formative Assessment for learning Mathematics in Higher Education. En 7th International Conference on Higher Education Advances (HEAd'21). Editorial Universitat Politècnica de València. 1-8. <https://doi.org/10.4995/HEAd21.2021.13030>
- Bentancor-Biagas, G. (2022). *Modelación Matemática: estrategias de enseñanza con herramientas digitales en el Ciclo Básico de Educación Media de Montevideo-Uruguay*. [Tesis Doctoral]. Universidad ORT Uruguay, Instituto de Educación.
- Beesley, A. D., Clark, T. F., Dempsey, K., & Tweed, A. (2018). Enhancing formative assessment practice and encouraging middle school mathematics engagement and persistence. *School science and mathematics*, 118(1-2), 4-16.
- Black, P. & Wiliam, D. (1998). Assessment and Classroom Learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5 (1), 7-74. <http://dx.doi.org/10.1080/0969595980050102>
- Black, P. y Wiliam, D. (2009). "Developing a theory of formative assessment". *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 21(1), 5-31
- Black, P., Harrison, C., Lee, C., Marshall, B., & William, D. (2003). *Assessment for Learning- putting it into practice*. Maidenhead, U.K.: Open university Press.
- Bokhove, C., & Drijvers, P. (2012). Effects of feedback in an online algebra intervention. *Technology, Knowledge and Learning*, 17(1/2). 43-59.
- Bragg, L.A., Walsh, C., & Heyeres, M. (2021). Successful design and delivery of online professional development for teachers: A systematic review of the literature. *Comput. Educ.*, 166, 104158.
- Brooks, C., Huang, Y., Hattie, J., Carroll, A., & Burton, R. (2019). What Is My Next Step? School Students' Perceptions of Feedback. *Frontiers in Education*, 4. <https://doi.org/10.3389/feduc.2019.00096>.
- Brown, G. T. L. y Hirschfeld, G. H. (2008). Students' conceptions of assessment: Links to outcomes. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 15(1), 3-17. [doi:10.1080/09695940701876003](https://doi.org/10.1080/09695940701876003)

- Buchholz, I., Janssen, M. F., Kohlmann, T., & Feng, Y. S. (2018). A Systematic Review of Studies Comparing the Measurement Properties of the Three-Level and Five-Level Versions of the EQ-5D. *Pharmacoeconomics*, 36(6), 645–661. <https://doi.org/10.1007/s40273-018-0642-5>
- Clarke, D., Roche, A., Cheeseman, J., & van der Schans, S. (2014/2015). Teaching strategies for building student persistence on challenging tasks: Insights emerging from two approaches to teacher professional learning. *Mathematics Teacher Education and Development*, 16 (2), 46–70.
- Crichton, H., & McDaid, A. (2016). Learning intentions and success criteria: Learners' and teachers' views. *Curriculum Journal*, 27(2), 190e203. <https://doi.org/10.1080/095851762015.1103278>
- Curione, K., Gründler, V., Píriz, L., & Huertas, J. A. (2017). MSLQ-UY, validación con estudiantes universitarios uruguayos. *Revista Evaluar*, 17(2). <https://doi.org/10.35670/1667-4545.v17.n2.18716>
- Dalby, D., & Swan, M. (2019). Using digital technology to enhance formative assessment in mathematics classrooms. *British Journal of Educational Technology*, 50, 832–845. <https://doi.org/10.1111/bjet.12606>
- Darling-Hammond, L., Hyster, M., & Gardner, M. (2017). *Effective Teacher Professional Development*. Learning Policy Institute.
- Desimone, L. (2009). Improving Impact Studies of Teachers' Professional Development: Toward Better Conceptualizations and Measures. *Educational Researcher*, 38(3) 181-199.
- Dorman, J.P., Fisher, D.L., & Waldrip, B.G. (2006). Classroom environment, students' perceptions of assessment, academic efficacy and attitude to science: a LISREL analysis.
- Dunn, K. E., & Mulvenon, S. W. (2009). Let's Talk Formative Assessment... and Evaluation?. Online Submission.
- Durkin, K., & Rittle-Johnson, B. (2012). The effectiveness of using incorrect examples to support learning about decimal magnitude. *Learning and Instruction*, 22, 206–214.
- Fernández, M., & Merino, C. (2012). Resultados psicométricos preliminares de la Escala de Autoeficacia Percibida en maestros de Lima. *Psicogente*, 15(28), 314 – 322.
- Ferrando, P. J., & Lorenzo-Seva, U. (2018). Assessing the quality and appropriateness of factor solutions and factor score estimates in exploratory item factor analysis. *Educational and Psychological Measurement*, 78(5), 762–780. <https://doi.org/10.1177/0013164417719308>
- Fox-Turnbull, W. The Influences of Teacher Knowledge and Authentic Formative Assessment on Student Learning in Technology Education. *Int J Technol Des Educ* 16, 53–77 (2006). <https://doi.org/10.1007/s10798-005-2109-1>
- Fullan, M., Quinn, J., & McEachen, J. (2019). *Aprendizaje profundo: involucra al mundo para cambiar el mundo*. Plan Ceibal.
- Garet, M. S., Porter, A. C., Desimone, L., Birman, B. F., & Yoon, K. S. (2001). What makes professional development effective? Results from a national sample of teachers. *American Educational Research Journal*, 38(4), 915–945. <https://doi.org/10.3102/00028312038004915>
- Garrity, C., Gartlehner, G., Nussbaumer-Streit, B., King, V. J., Hamel, C., Kamel, C., Affengruber, L., & Stevens, A. (2021). Cochrane Rapid Reviews Methods Group offers evidence-informed guidance to conduct rapid reviews. *Journal of clinical epidemiology*, 130, 13–22. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2020.10.007>
- Gottheiner, D. M., & Siegel, M. A. (2012). Experienced middle school science teachers' assessment literacy: Investigating knowledge of students' conceptions in genetics and ways to shape instruction. *Journal of Science Teacher Education*, 23, 531–557. <https://doi.org/10.1007/s10972-012-9278-z>
- Graham, S., Hebert, M., & Harris, K. R. (2015). Formative assessment and writing. *The Elementary School Journal*, 115(4), 523–547. <https://doi.org/10.1086/681947>
- Große, C. S., & Renkl, A. (2007). Finding and fixing errors in worked examples: Can this foster learning outcomes? *Learning and Instruction*, 17(6), 612–634

- Guskey, T. (2010). Lessons of mastery learning. *Educational Leadership*, 68(2), 52-57.
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), pp. 81–112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Hawe, E., & Parr, J.M. (2014). Assessment for Learning in the writing classroom: an incomplete realisation. *Curriculum Journal*, 25, 210 - 237.
- Heritage, M. (2007). Formative Assessment Model. Assessment and Accountability Center (AACC)/National Center for Research on Vol. 17 Winter 2014 11 Evaluation, Standards and Student Testing (CRESST) at University of California Los Angeles. Available at:http://www.nycomprehensivecenter.org/docs/form_Assess/ModelofFormativeAssessment.pdf
- Hondrich, A., Hertel, S., Adl-Aminik, K., & Klieme, E. (2016). Implementing curriculum embedded formative assessment in primary school science classrooms. *Assessment in Education: Principles, Policy, and Practice*, 23(3), 353-376
- Ibragimov, G. I., & Kalimullina, A. A. (2021). Descriptors Derived from Feedback on Teaching Mathematics in School. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(10).
- INEEd (2021). Informe sobre el estado de la educación en Uruguay 2019-2020. Tomo 2.
- Irving, K., Pape, S., Owens, D., Abrahamson, L., Silver, D., & Sanalan, V. (2016). Classroom connectivity and Algebra 1 achievement: A three-year longitudinal study. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 35(2), 131–151.
- Jacobs, V., Lamb, L. y Philipp, R. (2010). Professional noticing of children's mathematical thinking. *Journal for Research in Mathematics Education*, 41(2), 169–202.
- Jacobs, V.R., & Empson, S.B. (2016). Responding to children's mathematical thinking in the moment: an emerging framework of teaching moves. *ZDM Mathematics Education* 48, 185–197. <https://doi.org/10.1007/s11858-015-0717-0>
- Kingston, N., & Nash, B. (2011). Formative Assessment: A Meta-Analysis and a Call for Research. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 30, 28-37.
- K?lç, A. F. & Do?an, N. (2021). Comparison of confirmatory factor analysis estimation methods on mixed-format data . *International Journal of Assessment Tools in Education* , 8 (1) , 21-37 . DOI: 10.21449/ijate.782351
- Klute, M., Aphthorp, H., Harlacher, J., & Reale, M. (2017). Formative assessment and elementary school student academic achievement: A review of the evidence. REL 2017-259. Regional Educational Laboratory Central.
- Koloi-keaitse, S. (2017). Assessment of teacher perceived skill in classroom assessment practices using IRT Models. *Cogent Education*, 38(1), 1–14. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2017.1281202>
- Lay, C. D., Allman, B., Cutri, R.M., & Kimmons, R. (2020) Examining a Decade of Research in Online Teacher Professional Development. *Frontiers in Education*, 1-10. 5:573129. doi: 10.3389/feduc.2020.573129
- Lee, H., Chung, H. Q., Zhang, Y., Abedi, J., & Warschauer, M. (2020). The effectiveness and features of formative assessment in US K-12 education: A systematic review. *Applied Measurement in Education*, 33(2), 124-140. <https://doi.org/10.1080/08957347.2020.1732383>
- Lester F.K., Cai J. (2016) Can Mathematical Problem Solving Be Taught? Preliminary Answers from 30 Years of Research. In: Felmer P., Pehkonen E., Kilpatrick J. (eds) *Posing and Solving Mathematical Problems*. Research in Mathematics Education. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-28023-3_8
- Lui, A. M. & Andrade, H.L. (2022) Inside the Next Black Box: Examining Students' Responses to Teacher Feedback in a Formative Assessment Context. *Frontiers in Education*. 7:751549. doi: 10.3389/feduc.2022.751549

- McMillan, J.H. (2010). The practical implications of educational aims and contexts for formative assessment. In H.L. Andrade & G.J. Cizek (Eds.). *Handbook of formative assessment*. New York: Routledge, (pp. 41-58).
- Morgan, C., & Watson, A. (2002). The interpretative nature of teacher's assessment of students' mathematics: Issues for equity. *Journal for Research in Mathematics Education*, 33(2), 78–111. DOI:10.2307/749645
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2014). *Principles to Actions: Ensuring Mathematical Success for All* (Reston, VA).
- Nicol, D.J., & Macfarlane-Dick, D. (2006). Formative assessment and self-regulated learning: a model and seven principles of good feedback practice. *Studies in Higher Education*, 31(2), 199–218, DOI: 10.1080/03075070600572090
- Olsher, S. (2019). Making Good Practice Common Using Computer-Aided Formative Assessment. En Aldon & Trgalová (Eds), *Technology in mathematics teaching, Selected Papers of the 13th ICTMT Conference*, (31-47). Springer
- Pajares, F. y Schunk, D. (2001). "Self-beliefs and school success: Self-efficacy, self-concept, and school achievement", en R. Riding y S. Rayner (Eds.), *Perception* pp. 239-266, Londres: Ablex Publishing.
- Panadero E., Broadbent J., Boud D. y Lodge J. (2019). Using formative assessment to influence self- and co-regulated learning: the role of evaluative judgement. *European Journal of Psychology of Education*, 34(3),535–557. Doi 10.1007/s10212-018-0407-8
- Pat-El, R. J., Tillema, H., Segers, M., & Vedder, P. (2013). Validation of Assessment for Learning Questionnaires for teachers and students. *The British Journal of Educational Psychology*, 83, 98–113. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.2011.02057.x>
- Perry, J., Lundie, D., & Golder, G. (2019). Metacognition in schools: what does the literature suggest about the effectiveness of teaching metacognition in schools?. *Educational Review*, 71(4), 483-500
- Phelan, J.; Choi, K.; Vendlinski, T.; Baker, E. y Herman, J. (2011). Differential Improvement in Student Understanding of Mathematical Principles Following Formative Assessment Intervention. *The Journal of Educational Research*, 104 (5), 330-339. DOI:10.1080/00220671.2010.484030
- Reiten, L. (2020). Why and how secondary mathematics teachers implement virtual manipulatives. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 20(1), 55-84.
- Reeve, J. (2006). Teachers as Facilitators: What Autonomy-Supportive Teachers Do and Why Their Students Benefit. *The Elementary School Journal*, 106(3), 225-236. <https://doi.org/10.1086/501484>
- Reeve, J. (2009). Why Teachers Adopt a Controlling Motivating Style Toward Students and How They Can Become More Autonomy Supportive. *Educational Psychologist*, 44(3), 159–175. <https://doi.org/10.1080/00461520903028990>
- Robertson, A. D., Atkins, L. J., Levin, D. M., & Richards, J. (2015). What is responsive teaching?. In *Responsive teaching in science and mathematics* (pp. 1-35). Routledge.
- Rodríguez, J. I., Falcón, H., Misa, C., & Sosa, C. (2019). Adaptación a la cultura uruguaya del learning climate questionnaire. Accesible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/139690>
- Ross, A. & Wilson, V. (2017). *Basic and advanced statistical test*. Sense Publishers.
- Rowan-Kenyon, H., Swan, A., Creager, M. (2012). Social cognitive factors, support, and engagement: Early adolescents' math interests as precursors to choice of career. *Career Development Quarterly*, 60, 2–15. DOI:10.1002/j.2161-0045.2012.00001.x

- Sadler, R. (1998). Formative assessment: Revisiting the territory. *Assessment in Education*, 5 (1), 1-5. <https://doi.org/10.1080/0969595980050104>
- Saénz, C., & Lebrija, A. (2014). La formación continua del profesorado de matemáticas: una práctica reflexiva para una enseñanza centrada en el aprendiz. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 17 (2), 219-244. <https://dx.doi.org/10.12802/relime.13.1724>
- Saito, Hidetoshi, and Shin'ichi Inoi. 2017. Junior and senior high school EFL teachers' use of formative assessment: A mixed-methods study. *Language Assessment Quarterly* 14: 213–33. [CrossRef]
- Schildkamp, K., and A. Visscher. 2009. "Factors Influencing the Utilization of a School Self-Evaluation Instrument." *Studies in Educational Evaluation* 35: 150–159. doi:10.1016/j.stueduc.2009.12.001
- Schildkamp, K., F. M. van der Kleij, M. C. Heitink, W. B. Kippers, and B. P. Veldkamp. (2020). "Formative Assessment: A Systematic Review of Critical Teacher Prerequisites for Classroom Practice." *International Journal of Educational Research* 103, doi:10.1016/j.ijer.2020.101602.
- Schoenfeld, A. H. (1987). What's all the fuss about metacognition?. *Cognitive science and mathematics education*, 189-215.
- Shirley, M. (2021). Differentiate Assessment & Feedback: Formative (goformative.com). MMC Formative Workshop - Hands on Experience with Formative (formative & real time feedback of student work). IMSA .<http://works.bepress.com/marti-shirley/5/>
- Shute, V. J. (2008). Focus on Formative Feedback. *Review of Educational Research*, 78 (1), 153–189. <https://doi.org/10.3102/0034654307313795>
- Stiggins, R. (2010). Essential formative assessment competencies for teachers and school leaders. In : *Handbook of formative assessment*, eds H. J. Andrade and G. J. Cizek (New York, NY: Routledge)
- Torrano, F., Fuentes, J. L., & Soria, M. (2017). Aprendizaje autorregulado: estado de la cuestión y retos psicopedagógicos. *Perfiles educativos*, 39(156), 160-173.
- Vaillant, D. (2018). El desarrollo profesional docente en la educación superior: temas emergentes y brechas de investigación. En Wiebusch, E.M y Corte, M.I. *Estreantes no oficio de ensinar na Educacao Superior*.
- Van den Bergh, L., Ros, A., & Beijaard. D. (2015). Teacher learning in the context of a continuing professional development programme: A case study. *Teaching and Teacher Education*, 47(1), 142–150. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2015.01.002>
- Veugen, M. J., Gulikers, J. T. M., & den Brok, P. (2021). We agree on what we see: Teacher and student perceptions of formative assessment practice. *Studies in Educational Evaluation*, 70, 101027. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2021.101027>
- von Hagen, A., Balbi, A. & Arbildi, C. (2020). Impact of professional development programs on teachers' formative assessment practices and students' learning outcomes: a systematic review protocol. PROSPERO International prospective register of systematic reviews.
- Wiliam, D. (2009). *Assessment for learning: why, what and how?* University of London.
- Wiliam, D. (2011). *Embedded formative assessment*. Solution Tree Press.
- Wiliam, D., & Thompson, M. (2008). Integrating Assessment with Learning: What Will It Take to Make It Work?. En Dwyer, C.A, (ed.), *The Future of Assessment: Shaping Teaching and Learning*. (pp. 53-82). Routledge.
- Wright, D., Clark, J., & Tiplady, L. (2018). Designing for formative assessment: A toolkit for teachers. In D. R. Thompson, M.

Burton, A. Cusi, & D. Wright (Eds.), *Classroom assessment in mathematics: Perspectives from around the globe* (pp. 207–228). Springer

Yan, Z., Li, Z., Panadero, E., Yang, M., Yang, L., & Lao, H. (2021). A systematic review on factors influencing teachers' intentions and implementations regarding formative assessment. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 28(3), 228–260.

Zohar, A., Degani, A., & Vaaknin, E. (2001). Teachers' beliefs about low-achieving students and higher order thinking. *Teaching and Teacher Education*, 17, 469-485. [https://doi.org/10.1016/S0742-051X\(01\)00007-5](https://doi.org/10.1016/S0742-051X(01)00007-5)

Licenciamiento

Reconocimiento-Compartir Igual 4.0 Internacional. (CC BY-SA)