

**CONTRIBUCIONES A LA INTEGRACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE AULA
INVERTIDA EN LA EDUCACIÓN MEDIA**



Tesis de Doctorado en Ingeniería Telemática

MSc. Fabinton Sotelo Gomez

Director PhD: Mario Fernando Solarte S.

Codirector PhD: Raúl Valente Ramírez

Universidad del Cauca

Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones

Departamento de Telemática

Doctorado en Ingeniería Telemática

Grupo Ingeniería Telemática GIT

línea de Investigación en Aplicaciones y Servicios sobre Internet

Popayán, Diciembre de 2022

FABINTON SOTELO GOMEZ

**CONTRIBUCIONES A LA INTEGRACIÓN DE LA
ESTRATEGIA DE AULA INVERTIDA EN LA EDUCACIÓN
MEDIA**

**Tesis presentada a la Facultad de Ingeniería
Electrónica y Telecomunicaciones de la
Universidad del Cauca para la obtención del
Título de**

**Doctor en:
Ingeniería Telemática**

**Director:
PhD. Mario Fernando Solarte S.
Codirector PhD: Raúl Valente Ramírez**

**Popayán
2022**

TESIS DE DOCTORADO

CONTRIBUCIONES A LA INTEGRACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE AULA INVERTIDA EN LA EDUCACIÓN MEDIA

Autor: Fabinton Sotelo Gómez

Director PhD: Mario Fernando

Codirector PhD: Raúl Valente Ramírez

Director de Tesis: _____

Codirector de Tesis: _____

Jurado 1: _____

Jurado 1: _____

Calificación: _____

Popayán, 05 de diciembre de 2022

Dedicatoria:

En este documento se refleja el esfuerzo y dedicación no solo mio, sino de mi familia, este trabajo esta dedicado a Dios, Jakeline Ordoñez, Juliana e Isabela Sotelo y mi madre Gladys Sotelo.

Agradecimiento

A Dios por no dejarme desfallecer en el intento, a mi esposa por el constante apoyo y paciencias, a mis hijas por el tiempo que les quite, a mi director, co-director, y directores de pasantías, mis profesores Gustavo Ramírez, Álvaro Rendón, a todas las instituciones que contribuyeron (Secretaria de Educación de Popayán, Institución Educativa Rafael Pombo, Fundación Universitaria de Popayán).

Resumen

Es la transversalidad de las Tecnologías de la Información y Comunicación que ha logrado permea todas las áreas de la sociedad y el conocimiento, una de las mas beneficiadas ha sido la educación. Esto a permitido que surjan nuevas formas de enseñar y aprender, impulsando el uso de metodologías que generalmente se exploran primero en la educación superior, para luego trascender en la secundaria y primaria. Uno de los modelos en auge es la Aula Invertida, que ha demostrado traer beneficios a docentes y estudiantes, su estrategia iniciar el proceso pedagógico desde la casa para que en el aula quede tiempo para que el docente logre dinamizar y resolver todas las dudas de las temáticas generadas mediante la practica.

El contexto Colombiano al ser un país en desarrollo presenta particularidades que marcan y dificulta que se difundan estos modelos en las instituciones, un factor es la cobertura de la conectividad de la internet en los sectores rurales; otro es los bajos resultados en las pruebas saber 11 en el área de matemáticas.

Esta investigación da aportes a estos dos grandes problemas que se vive en nuestro país, y aun mas marcado en el departamento del Cauca, se propone una ruta de aprendizaje para implementar el aula invertida en la educación media, soportada por un ecosistema digital que funciona con o sin conectividad a internet, permitiendo que sea usado en las zonas rurales o urbanas. Éste guiá al docente a diseñar actividades propias del modelo y al estudiante a desarrollarlas en su celular desde su casa, dándole la oportunidad de darle un mejor uso a este dispositivo y a su tiempo libre. Con el objetivo de verificar estos aportes se realizaron 4 estudios pilotos, donde se obtuvieron datos que demuestra que el aula invertida puede hacer que el rendimiento académico aumente considerablemente en los estudiantes.

Palabras claves: Aula invertida, ecosistema digital, matemáticas, contextos desconectados.

Abstract

It is the transversality of Information and Communication Technologies that has managed to permeate all areas of society and knowledge, one of the most benefited has been education. This has allowed the emergence of new ways of teaching and learning, promoting the use of methodologies that are generally explored first in higher education, and then transcending in secondary and primary education. One of the models on the rise is the Inverted Classroom, which has proven to bring benefits to teachers and students, its strategy is to start the pedagogical process from home so that in the classroom there is time left for the teacher to make dynamic and solve all the doubts of the topics generated through practice.

The Colombian context, being a developing country, presents particularities that mark and hinder the dissemination of these models in the institutions, one factor is the coverage of Internet connectivity in rural areas; another is the low results in the saber 11 tests in the area of mathematics.

This research contributes to these two major problems in our country, and even more marked in the department of Cauca, a learning path is proposed to implement the inverted classroom in secondary education, supported by a digital ecosystem that works with or without internet connectivity, allowing it to be used in rural or urban areas. It guides the teacher to design activities of the model and the student to develop them on his cell phone from home, giving him the opportunity to make better use of this device and his free time. In order to verify these contributions, 4 pilot studies were carried out, where data were obtained showing that the inverted classroom can considerably increase the academic performance of students.

Keywords: Inverted classroom, digital ecosystem, mathematics, disconnected contexts.

Tabla de Contenido

Resumen.....	I
Abstract.....	III
Lista de Figuras.....	IX
Lista de tablas.....	XI
Capítulo 1.....	13
Introducción.....	13
1.1 Presentación.....	13
1.2 Objetivos.....	18
1.2.1 Objetivo General.....	18
1.2.2 Objetivos Específicos.....	18
1.3 Metodología de Investigación.....	18
1.4 Resultados obtenidos.....	20
1.5 Estructura de este documento.....	23
Capítulo 2.....	27
Aula invertida en educación media.....	27
2.1 Introducción.....	27
2.2 Aprendizaje combinado.....	29
2.3 Aula invertida en la educación superior.....	33
2.5 Aula invertida en la educación primaria y secundaria.....	34

2.5.1. Trabajos importantes de la aula invertida en la educación primaria y secundaria.....	34
2.5.2 Uso de la aula invertida para la enseñanza de las matemáticas en educación primaria y secundaria.....	35
2.3 Herramientas identificadas en la implementación de clase invertida.....	43
2.5.3 Conclusiones bibliográficas.....	45
Capítulo 3.....	47
Lineamientos metodológicos para la aplicación del aula invertida en la educación media.....	47
3.1 Estándar de competencias matemáticas del Ministerio de Educación Nacional.....	47
3.2 Pilares metodológicos del enfoque de aula invertida.....	49
3.2.1 Aprendizaje para el dominio.....	49
3.2.2 Aprendizaje para el dominio del aula invertida.....	52
3.2.2 Aula invertida Versus Taxonomía de Bloom.....	54
3.3 Propuesta de lineamientos metodológicos de aula invertida para educación media apoyada con herramientas TIC.....	56
3.3.1 La ruta del aprendizaje en FC (Learning Path - FC).....	57
3.3.2 Lineamientos metodológicos para el docente en La Learning Path - FC.....	59
3.3.2 Lineamientos metodológicos para el estudiante en La Learning Path - FC.....	65
3.3.3 Cuestiones tecnológicas en La Learning Path - FC.....	67
Capítulo 4.....	71

Prototipo del Ecosistema Digital Para Aula Invertida en Contextos Conectados y/o Desconectados.....	71
4.1 Generalidades del ecosistema digital.....	71
4.2 Learning Analytics en La Learning Path.....	73
4.2.1 Identificación de métricas para SmartFC.....	75
4.3 Arquitectura de Ecosistema Digital SmartFC.....	79
4.3.1 Entornos de funcionamiento.....	79
4.3.2 Arquitectura modular.....	80
4.3.2 Arquitectura software.....	82
4.3.3 Diagramas del contexto del sistema.....	86
4.4 Ecosistema SmartFC en interfaces de usuario.....	88
4.4.1 Interfaces del Sistema Gestor de Actividades.....	88
4.4.1 Interfaces de SmartFC-App.....	91
4.5 Otros desarrollos en marcha.....	93
4.6 Observaciones de capítulo.....	95
Capítulo 5.....	97
Estudio Piloto.....	97
5.1 Prototipo Ecosistema Digital SmartFC.....	97
5.1.1 Escenario de laboratorio.....	98
5.1.2 Ecosistema digital SmartFC – Contexto Rural.....	98
5.1.3 Ecosistema digital SmartFC – Ambiente en la nube:.....	100

5.1.4 Resultados de la implementación.....	101
5.2 Estudio Piloto en instituciones educativas.....	102
5.2.1 SmartFC en Contexto Rural.....	102
5.2.2 SmartFC en Contexto Urbano.....	108
5.3 Resultados de estudio Piloto.....	120
5.3.1 Resultados Intervención 1. Actividad FC “Usar SmartFC”	120
5.3.2 Resultados Intervención 2. Actividad FC “Tabla de Frecuencia”	122
5.3.3 Resultados Intervención 3 y 4. Estudio piloto en el área matemática. .	122
5.3.4. Otros resultados al usar SmartFC.....	127
Capítulo 6.....	133
Conclusiones y Trabajos Futuros.....	133
6.1 Conclusiones.....	133
6.2 Trabajos Futuros.....	135
Bibliografía.....	137
Anexo A.....	162

Lista de Figuras

Índice de figuras

Figura 1: Taxonomía de Bloom.....	51
Figura 2: Modelo FC.....	56
Figura 3: Ruta del aprendizaje para aula invertida.....	58
Figura 4: Arquitectura General del Eco Sistema Digital.....	81
Figura 5: Arquitectura software plataforma web - SGAFC.....	85
Figura 6: Arquitectura software, SmartFC-App.....	86
Figura 7: Diagrama contenedor - Plataforma Web SmartFC - SGAFC.....	87
Figura 8: Diagrama contenedor de Plataforma Móvil SmartFC-App.....	88
Figura 9: Interfaces SmartFC - SGAFC.....	89
Figura 10: Interfaces SmartFC-App.....	91
Figura 11: SmartFC-App - Versión 2.....	94
Figura 12: Figura 4: Learning Path Vs El tiempo.....	119
Figura 13: Rendimiento académico en n2 y n3 - Tradicional Vs FC.....	127

Lista de tablas

Índice de tablas

Tabla 1: Resumen promedios Pruebas Saber 11 Años 2015 -2018 (Fuente propia) ..	16
Tabla 2: Total de artículos a usar.....	28
Tabla 3: Autores FC en matemáticas en educación primaria y secundaria.....	35
Tabla 4: Resume de uso de FC en educación primaria y secundaria.....	42
Tabla 5: Plataforma Web SmartFC - SGAFC.....	72
Tabla 6: Plataforma Móvil SmartFC–App.....	73
Tabla 7: Métricas identificadas.....	76
Tabla 8: Métricas individuales.....	77
Tabla 9: Métricas Globales o Grupales.....	78
Tabla 10: Uso de SmartFC - SGAFC en contexto rural.....	107
Tabla 11: Uso de SmartFC-App en contexto rural.....	107
Tabla 12: Actividad FC - Usar SmartFC.....	115
Tabla 13: Rendimiento Académico TI Vs Actividad FC.....	121
Tabla 14: Rendimiento Académico Estadifica - Tradicional Vs FC.....	122
Tabla 15: Identificación del comportamiento en la actividad FC.....	122
Tabla 16: Rendimiento de la dimensión cognitiva matemática por cursos en n2.....	124
Tabla 17: Rendimiento de la dimensión cognitiva matemática por cursos en n3.....	125
Tabla 18: Rendimiento de la dimensión cognitiva matemática: Tradicional Vs FC...	126
Tabla 19: Estadística del rendimiento académico.....	128
Tabla 20: Percepción de Uso de SmartFC-App.....	128

Capítulo 1

Introducción

En el presente capítulo se plantean aspectos puntuales del proyecto desarrollados durante la investigación, estos son:

- Presentación
- Objetivos
- Metodología de Investigación
- Resultados obtenidos
- Estructura de este documento

1.1 Presentación

La educación en el transcurso de la historia ha sido uno de los factores más influyentes e importantes en el desarrollo de la sociedad en todos los aspectos: Salud, (Cuervo et al., 2011) (Cuervo, Niño, & Villamil, 2011) social, cultural, tecnológico, bienestar y económico (Díaz Domínguez & Alemán, 2011). En este sentido en las últimas décadas una de las influencias más fuertes que ha tenido la educación es el desarrollo de las Tecnologías de Información y Comunicación – TIC (Flórez Romero et al., 2017).

Entre los avances de las herramientas TIC enfocadas a la educación se destacan: Recursos Educativos Abiertos (REA), Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVAs) (Cuervo et al., 2011), software de diseño instruccional (Laurillard et al., 2013), Herramientas de la web 2.0 (wiki, blog, portafolio virtual, redes sociales, páginas web) gamificación, trabajo, evaluaciones y presentaciones en línea, video educativos, Sistemas de gestión de aprendizaje – LMS (Kasim & Khalid, 2016), entre otras (Gloria Maritza & Dario, 2019).

Estos desarrollos han permitido que la oferta educativa no presencial se haya incrementado de forma exponencial; con el uso de herramientas aprendizaje electrónico (e-learning) (Burgos, 2018), como los LMS, REA Y MOOC. Cada uno de estos con sus características particulares contribuyen a influir el uso de TIC en todos los ámbitos educativos, Los LMS han sido la forma en la cual muchas universidades han soportado sus cursos virtuales o presenciales atendiendo poblaciones y áreas de conocimientos particulares con formalidad (Sotelo & Solarte, 2014). Los REA (Butcher, Uvalic-Trumbic, & Kanwar, 2011) al ser contenidos digitales educativos y por su filosofía de software libre han sido producidos por entes con el objeto de aportar a la educación, son la base de lo que hoy en día se ha convertido en una de las formas de la educación abierta, los MOOC, (massive Open On line Courses) (Downes, 2012), (X. Chen, Barnett, & Stephens, 2015), (Dawson & Hubball, 2014). Con una filosofía diferente a los cursos virtuales tradicionales estos se orientan de forma masiva (UC3M, n.d.) y sin seguimiento al estudiante (de Waard & Demeulenaere, 2017), (Lerís, Sein-Echaluce, Hernández, & Bueno, 2017) y (D. Clark, 2013), lo que hace que la deserción sea alta.

La masificación de las TIC ha permitido que los modelos pedagógicos tradicionales de impartir educación las incorporen en sus procesos de enseñanza y aprendizaje con el ánimo de fortalecer, flexibilizar, dinamizar y expandir el conocimiento; donde el estudiante es tomado como el centro del proceso y el docente el mediador de las estrategias (Esteve, 2016). Esto ha llevado a la educación presencial a generar herramientas metodológicas y pedagógicas al aula de clase. Especialmente y en gran porcentaje esto se ha reflejado en la educación superior (Vázquez Cano & Meneses, 2014), (Sotelo & Solarte, 2014) sin embargo se han dado iniciativas en la educación media (high school, k12) (Pérez-Sanagustín, 2017), (Sotelo & Solarte, 2014). Entre estas se ha planteado el cambio de los mismos contextos educativos presenciales; al tener

1.1 Presentación

acceso a los contenidos desde cualquier lugar se involucra un cambio significativo. La presencialidad se apoya con la virtualidad, esto se conoce como b-learning (aprendizaje combinado o mixto) (Graham, 2006)(Downes, 2012), una metodología que ha sido de las más usadas en la educación superior (Garrison & Kanuka, 2004), (X. Chen, Barnett, & Stephens, 2015), pero mínimamente en la media (Lo & Hew, 2017), (Dawson & Hubball, 2014), se trata de apoyar las clases presenciales con la intervención de elementos TIC que favorezcan la dinámica y motivación del proceso de aprendizaje gestionado y controlado por el docente.

Dentro de las variantes que usa el *b-learning* desde hace varios años se destaca el modelo de aula invertida (*flipped classroom* - FC); Su estrategia consiste en dar el contenido de una clase al estudiante para la casa por medio de recurso TIC y dejar el aula como espacio para generar un ambiente de interacción estudiante-docente, estudiante-estudiante, para que se resuelvan dudas, se hagan talleres prácticos, se personalice y evalúe el aprendizaje. Esta estrategia tiene todas las ventajas del b-learning, pero adicional a esta, su éxito radica en la apropiación que el estudiante da a su proceso iniciado en casa y afianza de forma dinámica, motivadora y controlada por el docente en el salón de clase (Eaton, 2017).

FC ha dado buenos resultados en la educación superior, tanto en lo presencial como en lo virtual, donde diferentes autores resaltan aspectos positivos en cuanto a la buena acogida, percepción y rendimiento académico, solo por mencionar unos cuantos de muchos trabajos se relacionan en el área de las matemáticas:(Khan & Watson, 2018), (Soares & Lopes, 2016), (E Triantafyllou, 2015), (Overmyer, 2015), (Dawood, Syaryadhi, Irhamsyah, & Roslidar, 2018), (Overmyer, 2015), (Evangelia Triantafyllou, 2016), (Evangelia Triantafyllou, Timcenko, & Kofoed, 2016).

Estos avances tecnológicos y metodológicos que en su mayoría requieren de internet, su uso por lo general en países desarrollados o zonas urbanas y en la educación superior; genera interrogantes en cuanto a su acceso en la educación media y entornos como nuestro país y departamento del Cauca donde se cuenta con gran parte de la población en zonas rurales (DANE, 2019) con internet de baja o nula conectividad (Felizzola Cruz, 2011), así lo confirma la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) en su informe, donde muestra que **menos del 10%** de la población rural de Colombia tienen acceso a internet, con una marcada diferencia en las zonas urbanas con el 50%, cifra que sigue siendo baja (Rojas,

Poveda, & Grimblatt, 2016) . Estos dos factores nos guían en busca de respuestas o soluciones para mitigar el acceso de TIC y nuevas estrategias de educación en entornos con baja conectividad¹ tanto para las instituciones educativas como los estudiantes (en su hogar).

Las instituciones educativas Colombianas son regidas por el Ministerio de Educación Nacional - MEN, el cual ha fundamentado la educación por competencias, así ha diseñado los Estándares Básicos de competencia, clasificadas en cuatro áreas fundamentales: Ciudadanas, del Lenguaje, Matemáticas y Ciencias Sociales y Naturales (MEN, 2006); los cuales rigen la educación desde grado cero hasta 11°. Como instrumento de evaluación para la educación media (grados 10 y 11) aplica a los estudiantes de último año las pruebas saber11°, el cual muestra la realidad de la calidad educativa.

Con base en este instrumento se realizó un análisis de 8 pruebas de los años 2015, 2016, 2017 y 2018 (1.968.326 estudiantes) (ICFES, 2018). En la tabla 1 se presenta el resumen; se tiene en cuenta el promedio de las 8 pruebas en Colombia, el departamento del Cauca y el municipio de Popayán; se categoriza por el carácter de las instituciones educativas (privadas ó publicas). Se refleja en cada competencia evaluada una notable diferencia entre la educación publica y privada; más relevante que en el sector público en todas las poblaciones la competencia de más bajo rendimiento es **matemáticas** al contrario del sector privado, ésta es la de mejor puntaje; a nivel regional el Cauca (en su mayoría población rural) está por debajo del promedio nacional y del municipio. En cuanto a la prueba internacional PISA Matemática también es la de más bajo promedio a nivel de la nación (ICFES, 2016).

Tabla 1: Resumen promedios Pruebas Saber 11 Años 2015 -2018 (Fuente propia)

Población	Carácter	Lectura Critica	Matemáticas	Ciencia Naturales
Colombia	Privado	59,6	60,9	60,5
	público	51,8	50,1	50,8
Cauca	Privado	57	59	58

1 Para este proyecto se toma el termino “baja conectividad” como lugares con dificultad de acceso a internet, esto puede ser: no se cuenta con un buen ancho de banda, el internet no es constante todo el tiempo o definitivamente no se tiene acceso.

1.1 Presentación

	público	48	45	47
Popayán	Privado	57	60	58
	público	52	50	51
Pruebas PISA, Colombia		425,0	390,0	416,0

Este desalentador resultado e identificar que no se han establecido criterios y herramientas TIC para incentivar el uso de experiencias exitosas en diferentes niveles educativos donde se cuenta con acceso a internet, motiva a esta propuesta doctoral a plantear el uso de estrategias probadas en el campo del e-learning y b-learning tanto en cursos virtuales y MOOC para integrar la aula invertida y con el objetivo de fomentar el rendimiento académico de las competencias matemáticas en la educación media teniendo en cuenta contextos desconectados.

De lo anterior surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo apoyar la aplicación de la estrategia de aula invertida para mejorar el rendimiento de la dimensión cognitiva de las competencias matemáticas en educación media en entornos de baja conectividad?

Partiendo que con el uso de esta estrategia se ha tenido éxito en la educación superior tanto en contextos e-learning y MOOC, y sabiendo que uno de los factores principales en los jóvenes es la motivación y gestión de sus procesos educativos para facilitar la adquisición de conocimiento significativo, la solución que se pretende plantear para mejorar el rendimiento académico de las competencias matemáticas, es que mediante la integración de la aula invertida en la educación media, apoyada por herramientas TIC que faciliten al docente gestionar actividades de aprendizaje y conocer el esfuerzo en casa del estudiante, motive el aprovechamiento del tiempo libre, dando mayor espacio en el aula de clase para consolidar de forma dinámica su conocimiento.

Esto justifica la investigación de este trabajo, dado que la temática de uso de TIC en la educación, tal vez ha sido suficiente en la producción de contenidos pero se ha quedado corta en la consolidación de propuestas que lleven estas herramientas no solo a poblaciones urbanas, universitarias y adultas sino que se impacte a los niños y adolescentes de la educación media con dificultades de conexión a internet, quienes seguramente ya tienen algunas competencias en el uso de TIC, pero no necesariamente educativas. Con esto se contribuye a dar una opción más a los docentes en la innovación educativa, diseño y seguimiento a las actividades

(métricas) fuera de clase e intervención metodológica; planear su clase según el trabajo realizado por sus estudiantes; además de empezar desde temprana edad a involucrar chicos de bachillerato a contextualizarse con las herramientas virtuales que muy seguramente usaran en la educación superior.

1.2 Objetivos

La presente investigación documenta el alcance de los siguientes objetivos:

1.2.1 Objetivo General

Contribuir a la mejora del rendimiento de la dimensión cognitiva de las competencias matemáticas en educación media soportada en un sistema telemático que apoye el uso de aula invertida en entornos de baja conectividad.

1.2.2 Objetivos Específicos

- 1.** Proponer lineamientos para la gestión de actividades de aula invertida en las competencias matemáticas del MEN.
- 2.** Construir una solución telemática para que profesores y estudiantes gestionen y desarrollen actividades de aula invertida que fortalezca la dimensión cognitiva en competencias matemáticas en entornos con baja conectividad.
- 3.** Verificar mediante un estudio piloto el impacto de los lineamientos para aula invertida apoyados en la solución telemática en instituciones educativas del departamento del Cauca vinculadas al proyecto.

1.3 Metodología de Investigación

1.3 Metodología de Investigación

Para la gestión del proyecto como tal se propone usar como referencia la estructura de descomposición del trabajo (EDT), que sugiere la metodología PMBOK (Project Management Base of Knowledge) por el Project Management Institute (PMI, 2014), a través del desarrollo de cinco paquetes de trabajo; se usara el tipo de investigación científica experimental por medio del diseño Cuasiexperimental, la cual permitirá validar o refutar la hipótesis que se plantea en el contexto y población implicada con la recolección y análisis de datos que se requieran, para su análisis y discusión de resultados.

Como se ha documentado hasta el momento la aplicación de la estrategia de la aula invertida en los contextos de educación media son muy pocos en comparación a los de educación superior, por ende se requiere hacer alianzas estratégicas con entidades gubernamentales tales como la secretaria de educación e instituciones de educación media, con esto se plantearan casos de estudio reales de los cuales se busca obtener datos estadísticos veraces.

Actividades planteadas para la obtención de los objetivos propuestos:

Paquete de trabajo 1 – Determinación del estado del conocimiento

Actividad 1.1: Definición de contexto de estudio y estrategia de trabajo.

Actividad 1.2: Selección de referentes bibliográficos.

Actividad 1.3: Organización del conocimiento.

Actividad 1.4: Construcción del estado del arte, según la metodología del mapeo sistemático descrito en (Petersen et al, 2008).

Actividades de Objetivo 1: Proponer lineamientos para la gestión de actividades de aula invertida en las competencias matemáticas del MEN.

Paquete de trabajo 2 – Construcción de lineamientos

Actividad 2.1: Identificación y Análisis de competencias matemáticas de la educación media según el MEN.

Actividad 2.2: identificación de pilares metodológicos de la estrategia aula invertida.

Actividad 2.3: Selección de lineamientos de aula invertida acordes al contexto objetivo de estudio.

Actividad 2.4: Construcción de lineamientos acordes a la aula invertida en educación media con uso de herramientas TIC validados por docentes del contexto educativo.

Actividades de Objetivo 2: Construir una solución telemática para que profesores y estudiantes gestionen y desarrollen actividades de aula invertida que fortalezca la

dimensión cognitiva en competencias matemáticas en entornos con baja conectividad.

Paquete de trabajo 3 – Desarrollo de plataforma docente y estudiante para clase invertida

Para el análisis, diseño y desarrollo de las herramientas se propone hacer uso de la metodología de desarrollo de software ágil, Programación Extrema (XP).

Actividad 3.1: Arquitectura general del sistema telemático.

Actividad 3.2: Diseño de plataforma gestor de actividades.

Actividad 3.3: Diseño de aplicación para estudiantes.

Actividad 3.4: Pruebas al sistema planteado.

Actividades de Objetivo 3: Verificar mediante un estudio piloto el impacto de los lineamientos para aula invertida apoyados en la solución telemática en instituciones educativas del departamento del Cauca vinculadas al proyecto. para esto se propone hacer un diseño cuasi-experimental (Diseños de un grupo con medición antes y después y Diseños con grupo de comparación equivalente) donde se haga un adecuado experimento en los siguientes aspecto: Selección de la población y muestra (teniendo en cuenta aspectos éticos de igualdad y derecho de educación), tiempo; esto se determinara con los directivos y docentes de cada institución.

Paquete de trabajo 4 – Estudio Piloto

Actividad 4.1: Selección de curso (décimo u once) para integrar la estrategia de aula invertida a la competencia matemática.

Actividad 4.2: Definición de número de instituciones educativas intervenidas

Actividad 4.3: Definición de criterios de medición de impacto

Actividad 4.4: Análisis y evaluación de resultados del estudio piloto.

Paquete de trabajo 5 – Elaboración de documentos

Actividad 5.1: Elaboración de propuesta doctoral.

Actividad 5.2: Escritura de artículos para publicación

Actividad 5.3: Escritura de monografía y anexos

Actividad 5.4: Realimentación al paquete de trabajo 3 según el análisis y evaluación de los resultados del estudio piloto.

1.4 Resultados obtenidos

1.4 Resultados obtenidos

Los resultados de la presente investigación se ven reflejados en la consecución de cada objetivo planteado; tal como sigue:

- Revisión bibliográfica del uso de aula invertida en la educación superior, secundaria y primaria, profundización en el área de matemáticas.
- Identificación de herramientas tecnológicas usadas para implementar aula invertida.
- Identificación de los pilares metodológicos del aula invertida, teniendo en cuenta el aprendizaje para el dominio.
- Diseño de la ruta del aprendizaje (Learning Path) para aula invertida en educación media.
- Identificación de métricas necesarias teniendo en cuenta el contexto de aplicabilidad y capacidad computacional de los smartpone (gama baja y media), para implementar analítica del aprendizaje.
- Propuesta arquitectónica de una herramienta tecnológica capaz de funcionar en contextos de nula, baja, o buena conectividad a internet.
- Desarrollo del eco-sistema digital SmartFC, pensado en docentes y estudiantes, bajo los requerimientos metodológicos de La Learning Path, analítica del aprendizaje y factores de conectividad.
- Implementación de SmartFC en estudios pilotos.
- Resultados de los estudios pilotos.
- Diseño de instrumento metodológico para diseñar Recursos Educativos Abiertos.
- 50 REA en el repositorio de SmartFC: Matemática 90%, informática y otras áreas (10%).
- 50 actividades de aula invertida en repositorio de SmartFC: Matemática 90%, informática y otras áreas (10%).
- Diseño de instrumento metodológico para diseñar actividades de aula invertida.
- Publicaciones y/o ponencias en eventos científicos:
 - ✓ Artículo: “*Bibliographic review of the flipped classroom model in high school: A look from the technological tools*”, en Journal of Information Technology Education:Research, 2020, Disponible en: <https://doi.org/10.28945/4605>.
 - ✓ Artículo: “*Fortalecimiento de las Competencias de Aprendizaje de Geometría mediante B-Learning*”, en Revista Ingeniería e Innovación (2020). Disponible en: <https://doi.org/10.21897/23460466.2053>.

- ✓ *"M-Learning para Servicios Formativos en Soluciones Contables: Una Revisión"*, en Revista Ingeniería e Innovación (2020). Disponible en: <https://doi.org/10.21897/23460466.2111>.
- ✓ *"Rural b-learning contexts to support the area physics - A performance of academics analysis"*, en Revista Ingenierías Universidad De Medellín (2021). Disponible en: <https://doi.org/10.22395/rium.v20n38a12>.
- ✓ *"SmartFC: Mobile Application for High School Students Supported in Flipped Classroom with Low Connectivity Conditions"*, en IEEE-RITA: Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje (2022). Disponible en: <https://doi.org/10.1109/RITA.2022.3149835>.
- ✓ *"Learning Activities Management Web Platform to support the Flipped Classroom model in Secondary Education"*, en: IEEE-RITA: Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje (2022). Disponible en: <https://doi.org/10.1109/RITA.2022.3217181>.
- ✓ Conferencia: *"Revisión bibliográfica del efecto de las técnicas de ludificación sobre el e-learning"*, en Congreso Internacional en Tecnología y Educación, (2022), memorias en proceso.
- ✓ Conferencia: *"Juego serio usando realidad aumentada para niños en etapa escolar cómo estrategia de concientización sobre el cambio climático"*, en Congreso Internacional en Tecnología y Educación, (2022), memorias en proceso.
- ✓ Conferencia: *"Nivel de satisfacción REA para SMARTFC"*, en Congreso Internacional en Tecnología y Educación, (2022), memorias en proceso.
- ✓ Conferencia: *"Revisión bibliográfica de las herramientas tecnológicas para aprendizaje combinado"*, en Congreso Internacional en Tecnología y Educación, (2022), memorias en proceso.
- ✓ Conferencia: *"Uso de la Clase Invertida en la educación primaria y secundaria para la enseñanza de las matemáticas - Una Revisión"*, en Congreso Internacional en Tecnología y Educación, (2022), memorias en proceso.
- ✓ Conferencia: *"Reestructurar la sección de evaluación del módulo de gestión de actividades en SmartFC"*, en Congreso Internacional en Tecnología y Educación, (2022), memorias en proceso.

1.4 Resultados obtenidos

- ✓ Artículos completos para evaluación en revista: *“Validation of the metrics collection of the effort made by the students in the flipped classroom model; a case study.”*.
- ✓ Artículos completos para evaluación en revista: *“Open educational resources to strengthen academic achievement in mathematics in middle school using the flipped classroom model”*.
- **Proyectos de convocatoria:**
 - ✓ Producción de Recursos Educativos Abiertos (REA) para Flipped Classroom
 - ✓ Actividades académicas de aula invertida como fortalecimiento a las matemáticas de la educación media
 - ✓ Recursos Educativos Abiertos para Cátedra a Popayán
- **Formación de recurso humano (Trabajos de grado)**
 - ✓ *“Aplicación telemática para estudiantes de educación media soportada en aula invertida en entornos de baja conectividad”* Universidad Del Cauca, 2020.
 - ✓ *“Sistema gestor de actividades para soporte de la metodología de aula invertida en educación media”*, Universidad Del Cauca, 2020.
 - ✓ *“Incorporación de técnicas de ludificación en SmartFC en entornos de baja conectividad”*, Universidad Del Cauca, en desarrollo.
 - ✓ *“Diseño e implementación del módulo de retroalimentación para el modelo de aula invertida en SmartFC”*, Fundación Universitaria de Popayán, en desarrollo.
 - ✓ *“Aplicación web para estudiantes de educación media bajo la metodología de aula invertida en entornos de baja conectividad”*, Universidad Del Cauca, en desarrollo.
 - ✓ *“Visualización de Learning Analytics para una plataforma Flipped Classroom”*, Fundación Universitaria de Popayán, en desarrollo.

1.5 Estructura de este documento

Para la consecución de los objetivos propuestos el documento se estructura en los siguientes capítulos:

Capítulo 2: Estado del arte:

- ✓ Introducción.
- ✓ aprendizaje combinado.
- ✓ Aula invertida.
- ✓ Uso del aula invertida en la educación media para la enseñanza de las matemáticas.

Capítulo 3: Lineamientos metodológicos para la aplicación del aula invertida en la educación media.

- ✓ Estándares de competencia.
- ✓ Pilares metodológicos del enfoque de aula invertida.
- ✓ Propuesta de lineamientos metodológicos de aula invertida para educación media apoyada con herramientas TIC.
- ✓ Observaciones de capítulo.

Capítulo 4: Prototipo del Ecosistema Digital Para Aula Invertida en Contextos Conectados y/o Desconectados

- ✓ Generalidades del ecosistema digital.
- ✓ Learning Analytics en La Learning Path.
- ✓ Arquitectura de Ecosistema Digital SmartFC.
- ✓ Ecosistema SmartFC en interfaces de usuario.
- ✓ Otros desarrollos en marcha.
- ✓ Observaciones de capítulo.

Capítulo 5: Estudio Piloto

- ✓ Prototipo Ecosistema Digital SmartFC.
- ✓ Estudio Piloto en instituciones educativas.
- ✓ Resultados de estudio Piloto.
- ✓ Otros resultados al usar SmartFC.

Capítulo 6: Conclusiones y trabajos futuros**Referencias**

1.5 Estructura de este documento

Anexos

Capítulo 2

Aula invertida en educación media

2.1 Introducción

En este capítulo se presenta una revisión bibliográfica sistemática para contextualizar el estado del conocimiento que el aula invertida tiene en la educación, haciendo un recorrido desde lo general, educación universitaria, secundaria y primaria, identificando trabajos en diferentes áreas del conocimiento, pero especialmente profundizando en matemáticas, de esta forma se identifica aportes, herramientas, metodologías y/o lineamientos y brechas existentes a nuestra propuesta.

El estado del conocimiento se realiza bajo la siguiente técnica: Se usa dos de las bases de datos bibliográficas mas importantes, Clarivate Web of Science (WoS) y Scopus, en cada una de estas se realiza una búsqueda de artículos relacionados a la temática con la cadena de búsqueda “Flipped Classroom”, estos registros almacenados en archivos .csv (scopus) y .txt (WoS), contienen información relevante de cada articulo, como: Titulo, resumen, palabras claves, autores, indexación, año de publicación, país, universidad, entre otra; su análisis se hace con ScientoPy

ScientoPy es una herramienta software especializada en cienciometría, se trata de un script de Python que genera automáticamente reportes teniendo en cuenta el

número de publicaciones (h-index) basados en los tópicos: Autor (Author), fuente de título (source Title), tema (subject), palabras claves de autor (authorKeywords), palabras claves indexadas(indexKeywords), unión de la dos anteriores (bothKeywords), resumen (abstract), tipo de documento (documentType) , base de datos bibliografica (DdaBase), países de autor (County), institución (institution), institución y país (institutionWithCountry); para este caso se ejecuta en un entorno de terminal de consola.

Una vez obtenido los registros de las publicaciones de nuestra temática, iniciamos hacer uso de la herramienta, “Preprocessing” es el primer proceso que se realiza con el comando `python3 preProcess.py dataInFC`, se crea un solo archivo .csv con el conjunto de archivos descargados de las dos fuentes, para esto se tiene en cuenta: Son seleccionados solo los siguientes tipos de documentos: Conference Paper, Article, Review, Proceedings Paper and Article In Press (los que no pertenezcan a este tipo no son tenidos en cuenta); así se omiten 497 artículos y elimina los archivos duplicados, éste proceso se resume en la tabla 1.

Tabla 2: Total de artículos a usar

Fuente	Conference Paper	Article	Review	Proceedings Paper	Article In Press	Total	Duplicados eliminados
WoS	0	1.097	45	1.267	0	2.409	7
Scopus	608	550	29	0	12	1.199	1.215
Total artículos para estudio						3.608	1.222

Con un total de 1.222 artículos se procede ha realizar el análisis requerido. En este trabajo solo se documenta lo que se considera necesario, la técnica en especifico se plantea en el articulo de los autores “*Uso de la Clase Invertida en la educación primaria y secundaria para la enseñanza de las matemáticas - Una Revisión*” (Sotelo Gomez, Solarte, et al., 2022).

Antes de analizar el aula invertida, se hace un estudio de la metodología que la contiene, el b-learnig, con el objeto de identificar trabajos que puedan dar lineas de aproximación al campo en especifico que se necesita:

2.2 Aprendizaje combinado

El b-learning plantea una metodología donde el aula tradicional se transforma en un ambiente de aprendizaje apoyado por uso de TIC, así el docente plantea estrategias donde se dinamice su clase y los contenidos y/o actividades se ejecuten no solo de forma física sino también se de la posibilidad de una intervención virtual (Graham, 2013). En este aspecto se han identificado trabajos referentes:

(Jim G Smith & Suzuki, 2015), muestra el resultado de dos pruebas pre y post-test enfocadas al rendimiento académico de dos grupos de estudiantes del sistema K-12 en el área de álgebra II, uno de ellos es tomado como grupo de control y el otro como experimental. En el de primero se imparte clase de forma tradicional y en el segundo haciendo uso de b-learning apoyado por tecnología de captura de pantalla (Screen capture technology SCIT) (Jeffrey George Smith, 2012) y (Folkestad & De Miranda, 2001). El material es producido por el mismo docente dejando el paradigma de usar contenidos de terceros (Johnson, Adams, & Haywood, 2011); de este modo el docente es quien controla el tiempo y contenido de su clase. Como resultado, se evidencia un mayor rendimiento, en un alto porcentaje en el grupo experimental además de una mejor percepción de la clase.

Según(Figlio, Rush, & Yin, 2013a) y (Figlio, Rush, & Yin, 2013b)se estima que se contara con un gran auge en el campo de la educación secundaria en el uso de de TIC, pero esto no garantiza la efectividad del aprendizaje, dada la evaluación de escuelas K-12 en línea, las cuales presentan un mayor porcentaje de perdida de logros ante la escuela tradicional (Departamento de Educación de los EE. UU., Oficina de Planificación, evaluación y Desarrollo de Políticas, 2010). Esto indica que no es suficiente los contenidos e instrucciones en línea, pero si una herramienta de ayuda a procesos de aprendizaje presenciales.

(Suhr, Hernandez, Grimes, & Warschauer, 2010) afirma que los jóvenes en edad escolar masifican del uso de computadores en internet, procesadores de texto y presentaciones; esto se debe usar como base para estimular el uso de contenidos de actividades de aprendizaje mediante conferencias en vivo, siendo estas suplementarias a la clase y sea de uso pedagógico por el docente dentro del aula; además que se estima que para el año 2024 el 80% de los cursos de educación

secundaria se impartirán a través de la instrucción en línea desarrollada por fuentes de terceros.

(N. V Smith, 2013) en su experimento en la escuela de secundaria en Nueva Zelanda con dos grupos, uno da su clase tradicional y el otro con apoyo virtual; explora el impacto del uso de b-learning obteniendo como resultado lo siguiente: No se evidencia diferencia académica pero si en la percepción del disfrute del uso del internet y los computadores.

(Rossiou, 2012) Para aprovechar el auge de la tecnología en los jóvenes llamadas "los nativos digitales" y apoyados por un Sistema de Gestión de la Actividad de Aprendizaje (LAMS) se muestra uno de los primeros trabajos en educación secundaria de Grecia, en estudiantes de octavo grado, el objetivo es promover la colaboración y la participación de los estudiantes, se desarrolla clases de multimedia, como resultado se destaca el trabajo en grupo, cooperación, participación, auto-aprendizaje a ritmo propio y motivación tanto en el trabajo en casa (virtual) como dentro de la clase.

(Rossiou E; Papadopoulou E, 2011), haciendo uso de las herramientas web de google (correo electrónico, grupos, calendario, foro, chat, documentos compartidos) se plantea un entorno para apoyar un proceso académico de secundaria en el área de tecnología e informática. Si bien su énfasis no esta en medir el rendimiento académico si destaca la buena actitud de los estudiantes antes, durante y después del proceso educativo, participación activa y estimulación del aprendizaje colaborativo.

(Henrríquez, Scheihing, & Silva, 2018) Hace uso de los recursos de Khan Academy y desarrollan un complemento a esta, BA-Khan Academy, para facilitar al docente hacer seguimiento y evaluación a los estudiantes. Su contexto b-learning plantea apoyar las clases de matemáticas en instituciones educativas chilenas de secundaria. Los resultados son significativos en cuanto a los rendimientos académicos de sus clase (estudiantes de primero y segundo de secundaria) y de pruebas nacionales comparadas con grupos que no hicieron el experimento. La herramienta desarrollada solo se enfoca en hacer uso de los recursos de Khan Academy en línea, dejando por fuera otros recursos disponibles en la web y contextos sin internet.

2.2 Aprendizaje combinado

(Olthouse, 2011) realiza un estudio del impacto de la educación en línea en el sistema educativo K-12, refleja que si bien ésta tendencia va en auge y la compra de cursos virtuales de forma privada, la educación no debe llegar totalmente a la virtualidad en este tipo de población. Desde este punto de vista se menciona el rol que debe tener el docente en el uso de los contenidos virtuales, siendo éste quien dirige las actividades, por ello se menciona la importancia de combinar la virtualidad con la presencialidad, puesto que así se puede mantener el control del proceso académico en contextos b-learning, donde el centro de las instrucciones sean el docente y no totalmente virtual. En este trabajo se menciona las ventajas de este modelo y se identifica las desventajas de uso de internet sin un buen control de un adulto.

(Chandra & Watters, 2012) en un colegio de Australia con el objetivo de apoyar la clase de Física diseña una pagina web con contenidos de la materia, esta se usa bajo un contexto b-learnig con los estudiantes mediante pedagogías flexibles. Se toma un grupo de tratamiento y otro de control. Luego de 10 semanas los resultados académicos son significativamente mejores en los estudiantes del grupo de tratamiento, además de la positiva actitud hacia la materia.

(Torres & McAnally, 2010), en México, afirma que el modelo educativo tradicional en la educación media impone limitaciones para implementar un esquema constructivista, por lo que se propone la búsqueda de TIC para tener otra alternativa de procesos de aprendizaje significativos, para que los estudiantes no solo analicen información, sino que la socialicen y encuentren soluciones ha problemáticas del contexto tanto individuales como en grupo. Así, En un curso de física de 16 semanas se plantea un contexto b-learning apoyado por LMS y otro grupo de forma tradicional, considerando la dimensión de la gestión del conocimiento, y el modelo Castle Top, se decide: Material compartido en línea y cual en el salón, el material se presentó en formato de video, presentaciones y texto. En el salón se plantea secciones de resolución de dudas y juegos interactivos. Como resultado se obtiene un mejor rendimiento en este grupo que en el grupo que solo estuvo en forma tradicional.

(Jihad et al., 2018) En Estados Unidos en el área de química haciendo uso de la plataforma LabLessons, en un colegio de secundaria se desarrolla material para hacer experimentos de laboratorio, el contenido tiene la introducción, visualización y simulación del experimento; se concluye una buena actitud del docente y estudiante

a la clase, se estimula la interactividad y se mejora la comprensión de los conceptos; el experimento no contempla entornos sin internet.

(Truitt & Ku, 2018), en Estados Unidos se experimenta con niños de tercer grado de primaria en un contexto b-learning por un periodo de seis meses, entre los resultados positivos se destacan la variedad de actividades, el uso de tecnología, aprendizaje, diversión y ayuda.

Investigaciones en zonas rurales se presentan en diferentes área del conocimiento, física (Sotelo & Ordóñez, 2016), (Sotelo & Ordóñez, 2015); geografía (Sotelo & Ordoñez, 2016), biología (Sotelo, Ordóñez, & Solarte, 2015) entre otras, se hace uso del LMS DotLRN, estos trabajos de realizaron en la educación media, haciendo uso de un servidor local, en los resultados se evidencia un mayor rendimiento en los grupos a los que se aplica b-learning, sin embargo el trabajo esta pensado en un contexto de solución en la institución educativa (IE), más no para permitir el acceso al material desde la casa a los estudiantes, no se hace seguimiento de actividades, por lo cual no se obtienen métricas.

Según lo planteado en los escasos trabajos relacionados donde se ha usado b-learning se evidencia que la metodología a dado buenos resultados en chicos de secundaria, bajo la supervisión del docente; en la gran mayoría se cuenta con instituciones con acceso a internet, no se presentan integración a las metodologías específicas de las instituciones. Con estos trabajos se identifican iniciativas en contextos rurales lo cual indica que no es imposible pensar que una variante de esta metodología como lo es FC también se pueda implementar; así mismo se ve una brecha en el sentido que las herramientas usadas no han sido usadas para identificar métricas del estudiante dentro y fuera de la clase, lo que hace ver que solo se ha tenido en cuenta las calificaciones tradicionales.

Como se menciono anteriormente, a continuación se documenta el uso del aula invertida en diferentes niveles de la educación, haciendo uso de la técnica planteada en el artículo para la red la selección de trabajos por ScientoPy, bajo los criterios de nuestro interés:

2.3 Aula invertida en la educación superior

Esta sección identifica los trabajos mas destacados que usan FC en la educación superior, generalidades y en matemática. Con la técnica de las “palabras claves”, que se deberían buscar para el termino de “educación superior”, se encuentran 767 trabajos relacionados. Para resaltar de estos hallazgos:

Los 10 trabajos mas citados son de (**Referencia, número de publicaciones**): (Bishop & Verleger, 2013), con 655; (O’Flaherty & Phillips, 2015), 411, en el cual se hace una revisión del modelo en la educación superior ; (McLaughlin et al., 2014), 392, plantea el fomento de la participación en el área de la salud; (Gilboy et al., 2015), 187, plantea su uso en dos cursos de nutrición; (Betihavas et al., 2016), 107, presenta una revisión en la educación de enfermería; (Mok, 2014), 98; presenta una implementación en un curso de programación (Wanner & Palmer, 2015), 78, Menciona los hallazgos en cuanto a la personalización deseada en la implementación del modelo; (Moffett, 2015), 77, da 12 consejos para implementar el modelo basado en experiencias educativas en medicina ; (Fautch, 2015) 70, muestra las ventajas de FC en la enseñanza de química orgánica y (DeLozier & Rhodes, 2017), con 67 citaciones hace una revisión donde identifica las actividades que generalmente se usan antes y durante de la clase, también da recomendaciones.

En cuanto al uso de la aula invertida en matemáticas en educación superior; se encuentran 33 publicaciones; equivalente a un 5,1% de los 767 paper de educación superior, los 10 mas citados son (**Referencia: número de citaciones**): (Mok, 2014), 98, plantea el uso de learning analytics en FC en contextos MOOC; (Hew & Lo, 2018), 25, muestra un meta-análisis del modelo en el área de la salud; (Lo et al., 2018), 17compara FC y FC con gamificación; (Lo & Hew, 2017), 12, plantea los principios de instrucción para diseñar FC; (Loch & Borland, 2014), 7, documenta la transición de la enseñanza tradicional al b-learning en matemáticas; (Janz et al., 2012), 6, propone la construcción de ambientes colaborativos de aprendizaje con tecnología; (Lax et al., 2017), 3, incorpora FC en clases de biología; (Herala et al., 2015), 3, aplica el modelo en el área de la programación; (Županec et al., 2018),2; y (Cheng et al., 2019), con 2 citaciones, presenta una revisión de los resultados de aprendizaje usando FC.

El uso de FC en la educación superior es de gran interés y ha demostrado que ha dado buenos resultados, en el área de las matemáticas muestra trabajos con un número significativo de citas.

2.5 Aula invertida en la educación primaria y secundaria

A continuación tratamos las investigaciones mas importantes en el contexto de la educación primaria y secundaria.

2.5.1. Trabajos importantes de la aula invertida en la educación primaria y secundaria.

Haciendo uso de la misma técnica de la sección anterior, se identifican dentro de las 100 *bothKeywords* las que se puedan relacionar con educación secundaria, media o primaria; dando un resultado negativo, pues no se encuentra que estos términos en los 100 mas usados, así se amplía la cadena a las 200 palabras mas usada; con esta se encuentra el termino "*secondary education*" en la posición 199, esto hace pensar que siendo el modelo de FC de origen en la educación secundaria se amplió mucho mas su uso en la superior.

Se identifican 76 trabajos, equivalente al 2,1%; en comparación a la educación superior con 767 trabajos, (21,3%) la diferencia es muy notable. Esto es lo mas destacado, los 10 artículos mas citados, (los que pertenecen a FC y matemática se analizan con mayor detalle en la siguiente sección*) (**Referencia, número de publicaciones**): (Kong, 2014), 108, muestra el resultado de un estudio con 107 estudiantes por 13 semanas de desarrollo de alfabetización de información y pensamiento critico, se usa FC y se demuestra mejores resultados en el rendimiento; (Flumerfelt & Green, 2013), 72, menciona como se ha usado un conjunto de herramientas "*lean*" para usar FC con estudiantes en riesgo academicismo; (Schultz et al., 2014), 68, Analiza el efecto del rendimiento en las clases de química; (Kong, 2015), 30, muestra el resultado de un estudio durante 3 años en sobre el desarrollo

2.5 Aula invertida en la educación primaria y secundaria

de habilidades de pensamiento crítico donde se usa FC como estrategia; (Bhagat et al., 2016), 29, *; (Fung, 2015), 18, documenta la técnica de filmación de material para la clase de laboratorio de química; (Lo et al., 2018), 17, *; (Luker et al., 2015), 13, menciona la importancia de la FC en la enseñanza de química; (Kostaris et al., 2017), 12, estudia el efecto de FC con 46 estudiantes de K-12 en Ciencias, Tecnología, ingeniería y Matemáticas; (Lo & Hew, 2017), 11, *.

En la siguiente sección la dedicamos a identificar y analizar los trabajos que han sido usados para la enseñanza de las matemáticas en la educación primaria y secundaria.

2.5.2 Uso de la aula invertida para la enseñanza de las matemáticas en educación primaria y secundaria.

Esta sección es la más importante de este capítulo, puesto que aquí nos dedicamos a encontrar y analizar los trabajos que cumplen el requerimiento objeto de nuestro estudio: Clase invertida para la enseñanza de las matemáticas en educación primaria y secundaria. Se encuentran solo **11** publicaciones; equivalente a un 0,3% del total de trabajos y a un 14,5% de los 76 de educación primaria y media. El pequeño número de trabajos encontrados bajo estas condiciones es muy notorio, esto hace pensar que falta una profunda dinámica en fortalecer el uso del modelo que ha demostrado muy buenos resultados en la educación superior. En la tabla 2 se muestra los autores identificados, número de artículos y citas:

Tabla 3: Autores FC en matemáticas en educación primaria y secundaria

Posición	Autores	No. Artículos	No. Citaciones	Año(s)	País
1	Bhagat KK; Chang CN; Chang CY	1	29	2016	China
2	Lo CK y Hew KF	3	31	2017 y 2018	China
3	Zupanec VS; Radulovic BN; Pribicevic TZ; Miljanovic TG; Zdravkovic VG	1	2	2018	Serbia
4	Hodgson TR; Cunningham A; McGee D; Kinne L; Murphy TJ	1	1	2017	Estados Unidos
5	Civeriati E; Torre M	1	0	2018	Italia

6	Vlahu-Gjorgievska E; Videnovik M; Trajkovik V	1	0	2019	Australia
7	Rahman AA; Zaid NM; Abdullah Z; Mohamed H; Aris B	1	0	2018	Malasia
8	Wang JY; Jou M; Lv YZ; Huang CC	1	8	2018	China
9	Finkenbergr F; Trefzger T	1	0	2019	Alemania

A continuación realizamos un análisis de cada uno de los trabajos encontrados, empezando por el mas citado:

(Bhagat et al., 2016), En un colegio de Taiwan, se examina la efectividad y motivación del aprendizaje de conceptos matemáticos en FC, medidas por una prueba de logros y una encuesta de interés; con 82 estudiantes de décimo grado de secundaria divididos en dos grupos, experimental y de control, al primero se les enseña con FC y el segundo tradicional. Se obtienen como resultados un mejor rendimiento y motivación en el grupo experimental, así mismo se evaluó el impacto en grupos según su rendimiento anterior (bajo, medio y alto) donde se destaca que el nivel bajo mejoró gracias al tiempo que el docente tuvo a este grupo. Este estudio se basa en 3 aspectos de “The cognitive theory of multimedia learning (CTML)” (Sorden, 2012); pero no se implementa una metodología pedagógica, además su tiempo es solo de 6 semanas de tipo experimental.

(Lo et al., 2018), Esta investigación desarrollada por la universidad de Hong Kong, en dos colegios con 382 estudiantes, 5 docentes, en los cursos de física, tecnología, idioma chino y matemáticas; basada en la teoría del meta diseño de los “primeros principios de instrucción” plantea desarrollar un marco teórico permitiendo guiar el diseño y la implementación del modelo de FC en estudiantes de secundaria, esta investigación tiene como objetivo abordar los vacíos que se presentan el uso del modelo; para esto se afianza el modelo de FC y examinan su eficacia mediante un cuasi experimento. El modelo consiste en dos fases, una fuera de clase basada en el uso de tecnologías con el objetivo de que el estudiante observe videos y lea lecturas, esto le permite al estudiante activar los mecanismos autónomos de aprendizaje en conceptos; luego se plantea el uso de ejercicios en línea con el fin de desarrollar conocimiento críticos y analíticos en el estudiante; en una siguiente fase se propone una clase interactiva de aprendizaje, esta basada en la activación, demostración, integración y aplicación de solución de problemas de acuerdo a la temática, esto

2.5 Aula invertida en la educación primaria y secundaria

permite al estudiante desarrollar un conocimiento cognitivo y crítico. Finalmente se plantean los resultados cuantitativos en el cuasi experimento mostrando indicadores bastante significativos en los cursos de física, matemáticas e idioma Chino; no obstante, en cursos sobre TIC no se obtuvieron diferencias significativas. El artículo no presenta una plataforma que permita mostrar un soporte a este modelo planteado y menciona que es importante tener en cuenta la usabilidad de herramientas tecnológicas para que no genere desventajas al estudiante.

(Wang et al., 2018), Con estudiantes de secundaria del grado 11, en Beijing y Taiwan, se plantean tres métodos de aprendizaje experimentales, FC con tecnología de enseñanza moderna, FC y aula basada en modelos; esto en la materia de física, se evaluaron cuatro dimensiones de aprendizaje (comunicación y cooperación, aplicación y aprendizaje, aprendizaje curricular y participación). Los resultados demuestran que es mejor el rendimiento académico en los estudiantes a los que se aplicó FC apoyada por herramientas informáticas, en este caso se usa un LMS.

(Lo & Hew, 2017), Menciona que se evidencian buenos resultados en la aplicación de FC en la educación superior y en secundaria aunque con menor número, mucho más escasos en el área de las matemáticas; identifica que en su mayoría han sido implementadas por la intuición y principios empíricos de los docentes sin tener en cuenta componentes pedagógicos y de instrucción. Esta investigación usa la teoría del diseño de los "Principles of Instruction" de (Merrill, 2002), donde el centro es la solución de un problema del mundo real mediante cuatro fases (Integración, Activación, Demostración y Aplicación); pautas de aprendizaje multimedia de (Mayer, 2014) y el estilo de tutoriales de Khan (Cross et al., 2013). Como metodología toma dos grupos del grado 12 de secundaria, en Hong Kong, del curso matemáticas y geometría; en el primer grupo clasifica estudiantes de bajo rendimiento y el segundo de alto rendimiento, mediante pruebas pre y pos test se reportan ganancias significativas en ambos grupos, identifica la buena percepción de los docentes y estudiantes. Este trabajo no menciona las herramientas tecnológicas usadas en la implementación de las técnicas usadas, se hace en solo cuatro semanas por lo cual el docente recomienda hacer un estudio de mayor tiempo.

(Lo & Hew, 2018), Chung se destaca por ser un investigador en flipped classroom y la educación matemática, en este trabajo describe el resultado de un año de práctica de tres modelos; tradicional, FC con gamificación y estudio independiente con

gamificación; con estudiantes de noveno grado en la asignatura de matemáticas. Para cada caso cuenta con grupos de control con resultados que evidencian que el caso de FC dio mejores resultados en el momento de la evaluación, añade que se ve mayor compromiso y compañerismo de los estudiantes gracias a la dinámica que se propone. Se usa Moodle.

(Županec et al., 2018), En dos colegios de Novi Sad, Serbia, se decide realizar la investigación sobre las ventajas que puede traer FC en la enseñanza de la materia de biología en estudiantes de primaria, para ello se decide que, el tema de “Sistema urinario y sistema reproductor en humanos” que se dicta en dicha materia en séptimo grado, se enseñe en un colegio haciendo uso de FC y en otro con la forma tradicional. Para el grupo que hace uso de FC, antes de la clase se les brinda videoclips cortos sobre los temas a trabajar y deben realizar una tarea escrita, durante la clase se realiza una retroalimentación de los temas de forma rápida a través de la tarea escrita realizada por los estudiante y preguntas que tengan, seguido de esto los estudiantes realizaran unas actividades en grupos bajo la supervisión de maestro y al final se realiza un debate de los resultados obtenidos por cada grupo. Para evaluar el rendimiento de ambos grupos se decide realizar dos pruebas; antes de dictar el tema especificado en ambos colegios, se decide hacer un pre-test para verificar sus conocimientos sobre el sistema digestivo, respiratorio y circulatorio en ambos grupos y al final del tema se les realiza el examen de conocimientos a ambos grupos dividido en 18 tareas en las cuales también incluyen una pregunta sobre el esfuerzo mental que requirieron para la solución del problema. En el pre-test se determino que ambos grupos poseían los mismos conocimientos de los temas que se preguntaron, en el examen de conocimiento el grupo experimental obtuvo una puntuación media mayor al grupo que utilizaba la forma tradicional de enseñanza y según la encuesta del esfuerzo mental utilizado por los estudiantes para resolver las tareas, el grupo experimental indico que requirió un menor esfuerzo mental. A pesar de los buenos resultados obtenidos por el grupo de FC, se recalca que este estudio se realizo en un tema del semestre de la materia y que se debería implementar en todo el año de la materia para tener un estudio mas preciso, también se recomienda realizar en otros colegios.

(Hodgson et al., 2017), En este estudio se presenta una comparación de participación en clase de matemáticas con la metodología tradicional versus FC, la

2.5 Aula invertida en la educación primaria y secundaria

evaluación se centra en la participación conductual de los estudiantes, el resultado presenta que solo un entorno de los tres monstruo mejores resultados usando FC; al que concluye que el mas que las instrucciones al estudiante debe haber un motivación del docente.

(Civeriati & Torre, 2018), en Verbania Italia, con 28 estudiantes de colegio, en su clase de arte y ciencia, se hace una experimento donde se plantean dos películas para motivar el aprendizaje de conceptos matemáticos. El docente plantea FC con el uso de dos películas que no son de matemáticas explícitamente, pero si incentivan conceptos asociados a temas de belleza, se concluye que el modelo ayudo a la motivación y participación activa en la clase de los estudiantes, destacando que este tipo de medios audiovisuales se pueden usar para estas actividades de aprendizaje.

(Vlahu-Gjorgievska et al., 2019), si bien este trabajo no es específico en matemáticas, es esta muy relacionado en su área, se enmarca en la enseñanza STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics); haciendo uso de FC y gamificación el autor propone un estudio con 199 estudiantes de primaria en Macedonia, Diseña un estudio de cuatro ciclos en espiral donde pretende incentivar el estudio en casa. El uso del modelo fue usado para abordar deficiencias de la formación del docente para que en su practica sea el estudiante el centro del aprendizaje. Como herramienta tecnológica usa una plataforma MOOC.

(Rahman et al., 2018), En esta investigación la Universidad Tecnológica de Malaysia (Rahman AA; Zaid NM; Aris B; Abdullah Z; Mohamed H; Van Der Meijden H, 2016) propone implementar un método de enseñanza basado en FC, integrando la tecnología en aspectos de educación; con el objetivo de cambiar la metodología de aprendizaje pasivo a un aprendizaje activo. El artículo presenta un paso a paso acerca de la implementación de un proyecto de aprendizaje basado en el modelo. llevando a cabo un caso de estudio donde se analizan los impactos acerca de este tipo de enseñanza en 31 estudiantes de una escuela en Malasia; con el objetivo de que los estudiantes puedan mejorar su comprensión con actividades prácticas y grupales haciendo uso de la tecnología, los resultados que se plantean en el artículo es que FC proporciona un potencial en actividades prácticas de aprendizaje y evaluaciones, otro resultado sobre esta investigación consiste en que este tipo de metodologías, permite aplicar conceptos de algunas materias en entornos cotidianos, sin embargo, el artículo no evidencia una herramienta, que permita la gestión de

actividades para el estudiante, impidiendo analizar los tipos de herramientas, empleados para este tipo de implementaciones.

(Finkenbergr & Trefzger, 2019), En Alemania, estado de Bavaria, en dos colegio, con los grado once, en la asignatura de fisica se plantea un estudio de motivación y rendimiento académico con 150 estudiantes, de lo cuales 80 se incluyen en este modelo y los otros 70 en modelo tradicional, participan cuatro docentes. Se estudia el rendimiento académico y actitudes de interés, motivación y autoconcepto; se usan videos para que los estudiantes los vean en la casa. Los resultados que se obtienen indican que el grupo con el modelo propuesto obtiene mejores resultados y se identifica una mayor motivación y el auto-concepto.

Con el animo de no dejar trabajos por fuera de nuestro objetivo, se procede hacer una búsqueda manual (es posible que en bothKeyword no estén los criterios de búsqueda que se han aplicado) en los trabajos encontrados. Para esto se hace una lectura del titulo y resumen de cada trabajo que no han clasificado en ninguno de los proceso anteriores. De esta forma se identificas siete trabajos mas que cumplen los criterios de clasificación, a continuación se analiza cada articulo:

(Hung et al., 2018),esta investigación la Universidad Central de China se analiza los efectos de FC integrado con MOOCs y el aprendizaje basado en juegos con fines motivacionales en estudiantes de secundaria (k-12). Se presenta FC como un patrón en desarrollos de educación tecnológica, combinando las ventajas de las clases tradicionales en torno a ejercicios y el uso del internet para instrucciones o conceptos, con el fin de que el estudiante desarrolle un aprendizaje activo en sus materias. En esta investigación se presentan diversos mecanismos de juegos que aportan un mejor aprendizaje; para la comprobación de estos efectos, se realizan un estudio de caso con 238 estudiantes, para esto utilizan diferentes sitios web que permiten soporte de videos y juegos educativos. Como resultados se menciona que este tipo de metodologías proveen un efecto de mayor conocimiento en los alumnos. Sin embargo se plantea que el uso de nombres genéricos y la gestión de actividades en este tipo de plataforma puede tomar dificultades en el proceso de aprendizaje a los estudiantes por su edad y ellos no tener un buen manejo de herramientas tecnológicas educativas y complejas de usar.

(Li & Liu, 2015), Identifica que en China esta en auge el diseño y desarrollo de Micro-Lecturas (video instructivo) para la enseñanza el nivel de primaria y

2.5 Aula invertida en la educación primaria y secundaria

secundaria. Hace énfasis en su producción en el área de matemáticas y lenguaje cumplido estándares de currículo y practica docente para luego clasificarlos según métodos de enseñanza y tecnología de uso, este trabajo plantea la generación de material para luego ser usado en FC.

(Light & Pierson, 2014), Menciona a Khan Academy para ofrecer diferentes contenidos educativos, tomando como base un proyecto piloto con pruebas piloto desarrolladas en USA y Perú. La metodología plantea utilizar la plataforma como un entorno de refuerzo y ejercicios de matemáticas por fuera de clase; en un caso de estudio con 30 estudiantes de cada clase, se evidencia mejoras en los estudiantes e identificar sus debilidades. Plantea trabajos futuros proponer un mecanismo adaptable para los estudiantes.

(Kirvan et al., 2015), Esta investigación de la Universidad de Maryland, con 54 estudiantes de grado séptimo y octavo, en la asignatura de álgebra, se integra FC para hacer análisis multivariado de covarianza para comparar puntajes en los factores de analizar, modelar y resolver sistemas de ecuaciones lineales. Se conforma un grupo de control y uno experimental, Khan Academy como repositorio de videos y Edmodo para comunicarse; las clases de FC consisten en que los estudiantes observan los videos; para evaluar la actitud de los estudiantes y el aprendizaje se desarrolla un análisis cuantitativo que permite mostrar las mejoras significativas sobre los ponderados frente a las clases tradicionales; los resultados obtenidos muestran que FC tiene ventajas significativas frente a las clases tradicionales, debido a que el tiempo invertido en entornos de FC es mayor, presentando una mayor exploración. Sin embargo, la integración de dos plataformas puede tener desventajas en el proceso.

(Muir & Geiger, 2016), En clase de matemáticas de décimo grado en Tasmania con el fin de determinar cuales son las perspectivas del profesor y de los estudiantes sobre los beneficios de FC. Se implementa el modelo proporcionando a los estudiantes una serie de videos explicativos que se alineaban con el currículum académico Australiano, los cuales eran elaborados por el profesor y podrán ser accedidos en línea desde ItunesU; el material debía ser estudiado por los estudiantes antes de clases. El tiempo de clase se utilizó para brindar asesoría personalizada a los estudiantes de ser necesario. Finalmente se realizó una encuestas para observar las percepciones de los estudiantes frente al modelo de FC. El resultado; la mayoría

de los estudiantes prefiere este modo de enseñanza basado en videos que un libro de texto, y que estaban satisfechos con la calidad de los recursos producidos por el profesor. La encuesta indicó que el 93% estuvo de acuerdo en que los recursos en línea fueron útiles para su aprendizaje, y el 100% estuvo de acuerdo en que les pareció útil el tutorial y que se desempeñaron mejor en los exámenes. A pesar de los resultados positivos destacados en este estudio es importante mencionar que se deben realizar mayores esfuerzos para implementar este modelo en lugares donde el acceso al material en línea es restringido.

(van Ast & Njoo, 2014), Menciona las ventajas vistas en el área de lenguaje y álgebra usando la tecnología de grabar la pantalla y su voz para dársela a los estudiantes, con el objeto que ellos vean el material en casa, los estudiantes muestran gran interés por que manifiestan que pueden ver el video cuantas veces y momento deseen, saliendo de la monotonía de todas las clases. El autor propone una evaluación online para verificar la vista del video.

(Lai & Hwang, 2016), presenta un estudio en una escuela de primaria en un curso de matemáticas con dos modelos de FC, uno tradicional y otro autorregulado, donde al estudiante se le programa su tiempo por fuera, en un diseño cuasi-experimental se midió el rendimiento, auto-eficiencia y autorregulación; los resultados concluyen que el modelo autorregulado puede mejorar la auto eficiencia, aprender de manera mas efectiva y mejores resultados cuantitativos.

en la tabla número 3 se resume la estadística de trabajos relacionados que han cumplido todos los criterios que se han establecido para FC en educación primaria y secundaria (eb&s) para la enseñanza de las matemáticas (*Fceb&sMath*):

Tabla 4: Resume de uso de FC en educación primaria y secundaria.

Total artículos FC	No. de artículos FC en eb&s ^{oo}	% de artículos FC en eb&s	No. de artículos FC en Fceb&sMath	% de artículos FC en Fceb&sMath Vs FC	% de artículos Fceb&sMath Vs total Fceb&s
3608	76	2,11 %	18	0,50 %	23,68 %

Estos datos evidencian que hay importantes iniciativas en el uso de FC en contextos diferentes a la educación superior, pero el porcentaje relacionado al total de trabajos deja ver una brecha gigantesca.

2.3 Herramientas identificadas en la implementación de clase invertida

Teniendo en cuenta que el modelo FC pretende valorar lo que el estudiante hace en casa (métricas), y facilitar el dinamismo del proceso no solo de aprendizaje si no de enseñanza, y que se entendería que las herramientas TIC den soporte a todos los requisitos del modelo, desde planear la clase, diseñar las actividades, evaluaciones y gestión de contenidos hasta el ultimo momento del procesos; se busca herramientas que estén diseñadas para este modelo (o que hayan sido usadas) que cumplan con estos requisitos. Y aun má ¿estas herramientas soportan su trabajo sin internet?

A continuación se menciona algunas de las herramientas TIC que se han detectado en el uso de gestión de actividades en FC, se identifica sus fortaleza y debilidades según el problema planteado, para profundizar esta sección puede consultar nuestra publicación (Urbano et al., 2020):

(Yang et al., 2018)yan presenta el uso del LMS Blackboard, en una universidad por 3 años, entre sus características: Se usa en la mayoría de los colegios de EE.UU y buen porcentaje en universidades; además de prestar ambientes virtuales de aprendizaje permite el seguimiento del progreso del estudiante. Su debilidad esta en que es propietario, de alto costo y su funcionamiento se da para entornos en línea.

(Dijksman & Khan, 2011) en la Universidad de las Indias Occidentales muestra a Khan Academy capaz de ofrecer contenidos en diferentes áreas de la educación, por otra parte (Light & Pierson, 2014) menciona ventajas para usarla como soporte a contextos b-learning y de FC, sin embargo esta investigación es usada solo para repasos de lecciones ya vistas en casa. Entre sus debilidades se detecta que solo el contenido se rige a su propia plataforma y no soporta trabajo por parte del estudiante sin conexión a internet.

Youtube, es usado por (McBride, 2015) como gestor de vídeos para entregar al estudiante video tutoriales; si bien este es uno de los más grandes repositorios de vídeos, por si sola no tiene todas las características a nivel educativo necesarias para soportar un modelo educativo, su funcionamiento es en línea.

Uno de los trabajos más relevantes en los modelos de b-learnin y FC ha sido desarrollado en la Universidad de Barcelona, por (Albó & Hernández-Leo, 2018), se trata de su plataforma Edcumbre (herramienta específica); la cual esta diseñada para la creación de actividades y el seguimiento de las mismas, planteando el momento en el que se deben desarrollar, permite compartir e integrar recursos externos. Pero se encuentra actualmente en un estado como una plataforma pensada en el docente (en trabajo de campo no se pudo desplegar las actividades como estudiante), falta de canales de comunicación y su entorno solo es en línea.

Moodle, es usado por (Kostaris et al., 2017) con estudiantes de secundaria para implementar FC en secundaria, junto a (Triantafyllou et al., 2015), (Triantafyllou, 2015), (Triantafyllou, 2016) mencionan sus características: Crear diseños de aprendizaje, creación de actividades para observar, analizar y evaluar al estudiantes. además al ser software libre permite la instalación y uso en entornos offline (en la institución). Dentro de sus desventajas se identifica el grado de dificultad que presentan los docentes al desarrollar actividades y la no recolección de métricas de comportamiento, no se evidencia aplicaciones pensadas en el estudiantes en entornos sin conectividad..

Edpuzzle, (Pueo B, Jimenez J, Penichet A, 2017),, (herramienta específica) menciona sus características se tiene: gestor de vídeos propios y externos, insertar preguntas de comprensión, seguimiento del esfuerzo del estudiante (métricas). Dentro de sus debilidades: Su contenido solo se limita a vídeos, las evaluaciones en un segundo intento es igual a la primera, no presenta como tal un gestor de actividades, solo funciona en entornos con internet.

Chamilo: (Chen et al., 2011), Una plataforma software libre reconocida por su simplicidad y su funcionamiento en entornos sin internet, adaptable a la necesidad del docente. Sus debilidades se centran en el no seguimiento de métricas de las actividades de los estudiantes, no permite compartir actividades entre docentes ni visualización de contenidos a estudiantes que no estén inscritos a sus cursos, no se identifica aplicaciones al estudiante sin internet.

Es de mencionar que en los contextos MOOC y sus plataformas por su propia razón de ser son herramientas que están orientadas para el uso de personas con suficiente autorregulación (adultos), sin embargo se hizo un análisis de ellas donde se pueden mencionar algunas de sus características: Orientadas a cursos en línea, el análisis de métricas de seguimiento de actividades es posible en algunas (Jaramillo-Morillo et al., 2017), no permiten compartir actividades entre docentes, el

2.5 Aula invertida en la educación primaria y secundaria

contenido es exclusivo de los usuarios inscritos, si bien algunas plataformas de software libre permiten la instalación en entornos locales (sin internet) no se soluciona el acceso a actividades o curso a estudiantes que no lo tengan.

Estas herramientas si bien han dado un soporte al modelo FC, al menos en los trabajos relacionados de educación media no se nota el uso de las métricas de las herramientas con el objeto de tener en cuenta el esfuerzo del estudiante en casa, pilar fundamental del modelo FC, también es de mencionar que no se identifica una herramienta que funcione en entornos desconectados donde el docente pueda diseñar y gestionar actividades propias del modelo con sus requisitos implícitos.

En cuanto al uso de los contenidos como tal, en un alto porcentaje de los trabajos se identifica que el contenido más usado son los vídeos de tipo educativo, por los cual se clasifican dentro de uno de los formatos de los REA, este tipo de recursos se encuentran disponibles en la web y son de libre uso para fines educativos. Entre los formatos más comunes se tiene: Audio; vídeos; Juegos; Simuladores; Imágenes; Textos (cortos); Laboratorios electrónicos, (E-Lab); páginas web; Tutoriales, .swf, entre otros. Algunos de los sitios web más populares a los que se tiene acceso libre a los REA se puede mencionar: oercommons, organización que creo el concepto de Recursos Educativos Abiertos; Vitutor (Martínez León, 2014); eduteka (Universidad ICECI, 2017); PhET (Universidad de Colorado, n.d.); consorcio de educación abierta (oeconsortiom,2019); Colombia Aprende del MEN Colombia (MEN, 2019); y diferentes canales de youtube, por ejemplo Julioprofe (Ríos Gallego, 2019); la universidad de los Andes hace un listado de los repositorios de REA más conocidos (Universidad de los Andes, 2019); algunos MOOC, que aportan mayormente vídeos de clases. Por ende sería propicio que una herramienta que soporte FC amenos de soporte para hacer uso de los formatos más usados de los REA (Video, documentos).

2.5.3 Conclusiones bibliográficas

Con 3608 trabajos publicaciones en dos de las mas reconocidas bases de datos bibliográficas, hacen saber que la estrategia de aula invertida es una temática de estudio de los últimos años en diferentes países, el efecto que tiene en los

estudiantes, dándoles la posibilidad de ser ellos el centro del proceso educativo, donde aprovechan su tiempo en casa y lo mas destacado “las dudas ya no las llevan a sus padres o se quedan sin resolver, sino que se da el espacio para que sea el propio docente encargado de resolverlas”, se ve un cambio de aptitud, donde el aula deja de ser un espacio monótono y se convierte en un espacio donde el docente tiene la opción de proponer una clase dinámica y activa.

Pero todos estos beneficios por que han tenido mayor trascendencia en la educación superior? Es un interrogante que se podría responder desde varios puntos de vista, el primero daría la razón al acceso de las TIC de los universitarios, otra podría ser que los docentes de educación primaria y secundaria no hacen publica sus experiencias. Independiente de la respuesta a este interrogantes con esta revisión se evidencia que hay iniciativas valiosas que son base para generar nuevas propuestas en el ámbito educativo básico.

Este hallazgo es una de las motivaciones principales del estudio que se propone como trabajo futuro en la linea de investigación de la propuesta doctoral, donde se buscara tomar lo que ya esta y generar nuevas formas y herramientas tecnológicas para llevar la FC a la educación básica y secundaria, especialmente aportar a disminuir la brecha negativa en los resultados del área de la matemática.

Capítulo 3

Lineamientos metodológicos para la aplicación del aula invertida en la educación media

En este capítulo se hace una propuesta metodológica para la aplicación del aula invertida en la educación media de la educación Colombiana, tomando como base aspectos mencionados por varios autores ya mencionados en la revisión teórica, parámetros del MEN, recomendaciones para la construcción de los REA y técnicas informáticas de recolección de datos para conocer el comportamiento del estudiante con la actividad FC que se propone en un sistema telemático. A continuación se trata aspectos que se tendrán en cuenta para llegar a una propuesta donde se abarque el máximo número de aspectos posibles bajo las posibles restricciones tecnológicas que se pudiesen tener.

3.1 Estándar de competencias matemáticas del Ministerio de Educación Nacional

El Ministerio de Educación Nacional de Colombia define las competencias como los conocimientos, habilidades, actitudes que desarrollan las personas y que les

permiten comprender, interactuar y transformar el mundo en el que viven, siendo la educación el factor para preparar al estudiante en su contexto para el desarrollo de actitudes, valores y habilidades saber y saber hacer (MEN, 2016). Las competencias básicas establecidas son: Científicas, ciudadanas, Competencias comunicativas, matemáticas.

Las competencias se clasifican bajo estándares de competencias convirtiéndose en un criterio que permite evaluar y determinar si un estudiante, institución o sistema educativo en su conjunto cumplen con las expectativas de calidad.

El estándar de competencia comunica una situación deseada de lo que se espera que los estudiantes aprendan en cada una de las áreas en todos sus niveles de educación básica y media, agrupando por grados (Primero a tercero, cuarto a quinto, sexto a séptimo, octavo a noveno y décimo a undécimo), para determinar el nivel de calidad que se aspira alcanzar en cada una de las etapas (Schmidt Q. & Kolumbien, 2006).

Los estándares básicos de competencias son guía para:

- Elaborar y diseñar el currículo, plan de estudios, proyectos escolares y trabajo de enseñanza.
- Producir textos escolares y materiales de apoyo, y decidir cuales usar.
- Diseñar prácticas evaluativas.
- Formular programas y proyectos de la formación docente.

Permite:

- Ser criterio común de evaluación (internas y externas).
- Sus resultados permiten monitorear avances en el tiempo.
- Diseñar estrategias de mejoramiento.

Así, el MEN rige el sistema educativo bajo los estándares: 1) Lenguaje, 2) matemáticas, 3) ciencias sociales, ciencias naturales y 4) competencias ciudadanas. Estructurados a lo largo de todos los años escolares del estudiante, desde grado 1 a 11, para una mejor comprensión se estructuran dos coherencias, vertical y horizontal:

Coherencia Vertical: es una organización secuencial por grupos de grados, por lo que se supone que aquellos estándares de un grado involucran los del grupo anterior, con el objetivo de garantizar y permitir el desarrollo de las competencias.

3.1 Estándar de competencias matemáticas del Ministerio de Educación Nacional

Coherencia Horizontal: Organizados en columnas para cada área según sus desarrollos y conceptos teóricos, clasificados de acuerdo a conceptos o pensamientos propios a desarrollar en el área de conocimiento.

Los estándares de matemáticas, se clasifican en cinco columnas para estos cinco pensamientos: **1)** numérico y sistemas numéricos **2)** espacial y sistemas geométricos, **3)** pensamiento métrico y sistemas de medidas, **4)** aleatorio y sistemas de datos, **5)** Variacional y Sistemas algebraicos y analíticos.

Debido a la importancia que se tiene en la formación de estudiantes, el sistema propuesto da la opción de relacionar la actividad FC con un estándar de competencia, de esta forma se garantiza que dicha actividad contribuya de forma directa a al menos una competencia.

3.2 Pilares metodológicos del enfoque de aula invertida.

En esta sección se identifican componentes teóricos fundamentales que sustentan el modelo FC, desde su origen, bases y propuestas importantes de los autores del modelo.

3.2.1 Aprendizaje para el dominio

Fue Benjamín Bloom en la Convención de la Asociación Norteamérica de Biología de 1948 con el objeto de estructurar el proceso de aprendizaje, definió la taxonomía de **Aprendizaje para el dominio** - Taxonomía de Bloom (Bloom, 1956), empleada para desarrollar los procesos de enseñanza y aprendizaje y observar el nivel cognitivo de los estudiantes; propone 6 niveles divididos en dos procesos cognitivos:

Procesos cognitivos de orden inferior: Conocimiento, comprensión

Procesos cognitivos de orden superior: Aplicación, análisis, síntesis, evaluación.

Desde ese año y por muchos años esta taxonomía rigió la educación de muchas generaciones; pero en el año 2001, Lorin Anderson y David Krathwohl estudiante y socio respectivamente de Bloom, con su equipo de Psicólogos educativos y

educadores convocan una revisión de dicha taxonomía, entre las diferencias se tiene algunos cambio: El nombre de los niveles (sustantivos por verbos), posición de algunos niveles, su mayor aporte radica el cómo la taxonomía se cruza y actuá en los diferentes tipos y niveles de conocimiento, tales como el factual, conceptual, procedimental y meta-cognitivo (Wilson, 2016); estas son las las principales características de que se espera que un estudiante desarrolle en su proceso de dominio aprendizaje, en los seis niveles propuestos (nótese el cambio de sustantivos por verbos y la posición de los 2 últimos):

Orden Inferior:

1. Recordar: Consiste en reconocer, recordar, listar y traer a la memoria información relevante de la memoria.
2. Comprender: Es el proceso para interpretar, construir, ejemplificar, relacionar y clasificar lo aprendido a partir de un contenido educativo (lectura, video, audio, grafico), presentando la información de otra manera.

Orden superior:

3. Aplicar: Usa el conocimiento y habilidades previas para para llevarlo a la practica, resolver un problema y producir un producto.
4. Analizar: Capacidad de descomponer, relacionar, organizar, diferenciar el conocimiento; para componer sus elementos en una estructura logica; va de lo general a lo especifico. el todo en sus partes y puede solucionar problemas a partir del conocimiento adquirido: razona, además de reconocer la utilidad de la información que obtiene y posee para desarrollar conclusiones divergentes.
5. Evaluar: Emite juicios basado en normas y criterios mediante la comprobación y la critica, según metodología y procedimiento para alcanzar objetivos establecidos.
6. Crear: Se usa lo aprendido para crear algo nuevo, para esto se debe integrar, combinar, planear y proponer nuevas ideas y formas de hacerlo.

Esta taxonomía es representada en forma de pirámide (Figura 1), desde los niveles de pensamiento inferior hasta los de orden superior. Ésta propone que los procesos cognitivos de orden inferior (recordar y comprender) se aborden con actividades dentro de la clase, dejando los de orden superior (aplicar, analizar, evaluar, crear) para fuera de la clase; es así como normalmente funcionan las metodologías de enseñanza tradicionales (Wilson, 2016).

3.2 Pilares metodológicos del enfoque de aula invertida.

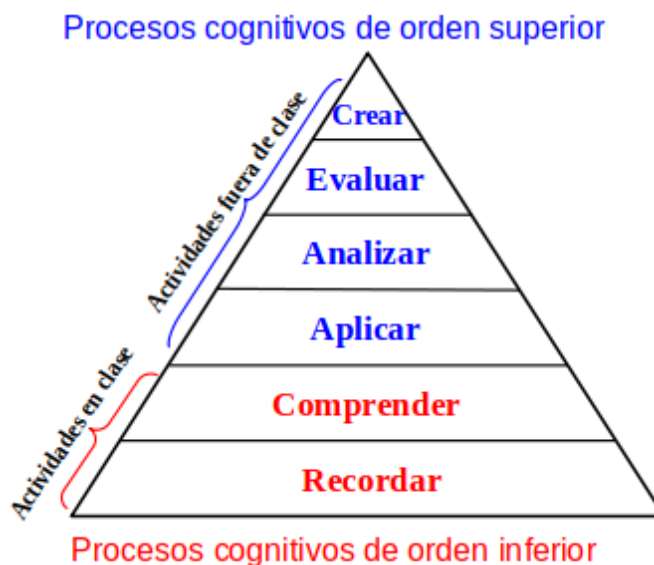


Figura 1: Taxonomía de Bloom

El enfoque del aprendizaje para el dominio sostiene que los estudiantes deberían poder dominar los materiales de estudio que se les asigne, siempre y cuando cuente con y apoyo y tiempo necesario, investigaciones demuestran que cuando se dan estas condiciones el 80% logran aprender lo importante versus el 20% cuando solo se aplica un enfoque tradicional. Es así que este enfoque recomienda:

- Proponer objetivos alcanzables y medibles al ritmo de cada estudiante
- Hacer evaluación formativa y acumulativa, de forma diferente, dependiendo la propia forma de aprendizaje de cada estudiante y objetivo propuesta
- Formar grupos pequeños de estudiantes o individual

Problemas detectados:

El aprendizaje para el dominio lastimosamente ya no recibe la atención que demostró en las décadas de los 60 y 70, pues las instituciones educativas manifiestan que es complicado de aplicar, por la cantidad de veces que implica repetir los contenidos, varias evaluaciones y objetivos.

3.2.2 Aprendizaje para el dominio del aula invertida

Al hablar de aula invertida se hace necesario evocar a sus creadores, Jonathan Bergann y Aaron Sams, dos profesores Estadounidenses, de educación secundaria, los cuales de forma empírica y a prueba y error lograron consolidar este modelo, el cual ha demostrado valiosos resultado en el aprendizaje de los estudiantes. Traemos a colación los aspectos mas relevantes en su propuesta, basado en su libro: “Flip YOUR Classroom - Reach Every Student in Every Class Every Day” (Bergmann & Sams, 2012).

Una de las dificultades que se mencionó anteriormente para el aprendizaje para el dominio, es la repetición de contenidos, esto ha hecho que de tome como opción el uso de herramientas que ayuden a suplir esta necesidad, es así que se propone desde FC hacer uso de contenidos multimedia, dirigidos a enseñar lo que se daría en una clase, con el objeto que el estudiante sea el que tenga el control de cuando y cuantas veces verlo. Entonces FC propone como reto hacer una combinación del modelo del aprendizaje para el dominio y el uso adecuado de herramientas tecnológicas, con el fin de configurar un ambiente de aprendizaje propicio para el estudiante y manejable para el docente, de forma tal que cada estudiante pueda estar en diferentes momentos (lectura, practica, evaluación) de su adquisición del conocimiento según su ritmo. Para lograr esto se requiere que:

- **Del docente:** Dominar la temática, investigar cuando no sabe algo, manejo de clase dinámico, saber dar el control al estudiante.
- **Del Estudiante:** Responsable de su propio aprendizaje, este pasa de ser un imposición para converse en un **reto**, debe demostrar que domina los conceptos.
- **De la Clase invertida:** Objetivos alcanzables, identificando si se pueden alcanzar mediante investigación o por enseñanza directa (video); asegurar acceso a los contenidos; actividades de interés en el salón; diferentes evaluaciones sumativas mediante guiá de aprendizaje.

Al permitir una enseñanza directa asíncrona, se hace posible diferenciar a cada estudiante brindando una personalización en su aprendizaje, medición, evaluación, avance controlado solo si demuestra dominio.

El centro deja de ser el docente y los contenidos, convirtiendo el aprendizaje el eje del proceso, en un espacio de conversación, formando un **espacio de aprendizaje**.

3.2 Pilares metodológicos del enfoque de aula invertida.

Esto invita al estudiante que el salón de clase es un espacio para aprender y no recibir clases. Permitiendo una retroalimentación continua e inmediata, dando oportunidades a la nivelación y detección de falencias, sin castigar con la nota.

Los videos no solo deben ser las únicas fuentes de contenido, se debe dar la opción de libros e investigación, permitiendo que sea el estudiante quien decida y asuma el control de su aprendizaje, por tanto se debe dar la opción que lo demuestre de diferentes formas; esto basado en la teoría del aprendizaje del *Diseño Universal para el Aprendizaje*, la cual se centra en que el estudiante demuestre lo aprendido por diferentes medios, como: exámenes, exposiciones, presentaciones, vídeos, texto, juegos o videojuegos. Entre otras aspectos a rescatar que Jonathan y Aaron (*Pastor et al., 2014*), mencionan, podemos mencionar:

- Configurar los espacios de aprendizaje en un juego de desafíos, donde las unidades temáticas sean niveles, superadas con evaluación de diferentes modalidades.
- Asegura que todos los alumnos se involucren, en lo tradicional es el docente quien ejercita el cerebro, pues hace la exposición y los estudiantes escuchan pasivamente; ahora los estudiantes ven el video, practican, preguntan, son ellos que están activos.
- Actividades practicas personalizadas en pequeños grupos
- Demostración del docente mayormente interesante, por que ya no es para todo el grupo sino para pequeños grupos.

Recomendaciones para implementar el modelo aprendizaje para el dominio de FC:

- Introducir a los alumnos en el modelo, tiempos estimados en una institución: 1 año en explicarlo, en el segundo se aclaran dudas, en el tercero se volverá cultura.
- Informar a los padres.
- Enseñar cómo ver e interactuar con los vídeos e interactuar con ellos, se debe entender que es como leer un libro, se debe tener control del contenido; pausar, tomar apuntes, preguntar y sintetizar.
- Solicitar al menos una pregunta, que no se pueda solucionar con el video, esto ayudara a mejorar su la calidad.
- Re-configurar el salón de clase, ahora el centro no es el docente, ni el contenido, es el aprendizaje, el eje de la clase pasarlo de adelante al centro.

- Permitir que los alumnos gestionen sus tiempos y sus cargas de trabajo, que se ayuden entre si a resolver los problemas, fomentando la interacción.

Dado que prácticamente cada autor que la implementa o investiga, da su propia forma y definición, el enfoque ha sido definido por la organización Flipped Learning Network (Network, 2014), de la cual hacen parte Jonathan y Aaron, definiendo cuatro pilares (F-L-I-P):

1. Flexible Environment - Ambiente flexible: Dado que FC permite diferentes estilos de aprendizaje, el espacio se debe configurar para que se fomente el trabajo colaborativo e individual, donde el estudiante elige cuando y donde aprender. Ser flexible en la evaluación y secuencia de aprendizaje.

2. Learning Culture - Cultura de aprendizaje: Dado que la instrucción debe estar centrada en el estudiante, el salón de clase debe ser aprovechado para la profundización y practica, así los estudiantes participan de forma activa en la construcción del aprendizaje, mientras se evaluá, y se hace significativo personalmente.

3. Intentional Content - Contenido dirigido: El objetivo de que el estudiante vea el contenido antes de clase, es optimizar ese tiempo para implementar estrategias de aprendizaje activo centrados él, por esto se requiere que el video contenga conceptos que puedan ser asimilados con la instrucción directa.

4. Professional Educator - Facilitador profesional: El docente debe siempre hacer seguimiento al estudiante, facilitando una continua retroalimentación y evaluación. Colabora y reflexiona con otros docentes acerca del proceso.

3.2.2 Aula invertida Versus Taxonomía de Bloom

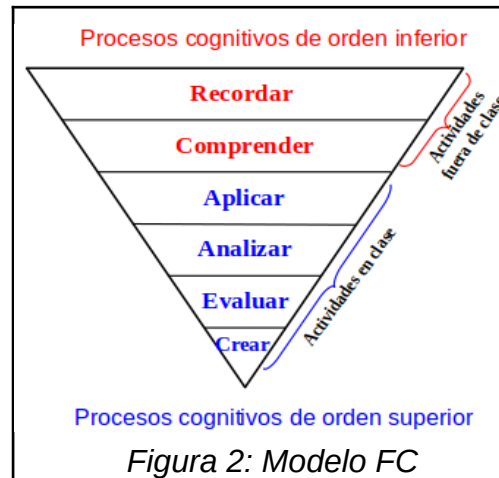
En las secciones anteriores se han descrito fundamentos teóricos de FC, en esta se hace una descripción de como estas se relacionan entre si para dar origen a un enfoque que propone invertir un paradigma cumpliendo los rigores del proceso de aprendizaje y de enseñanza.

Bloom propone específicamente un proceso de aprendizaje basado en 2 niveles cognitivos, en un orden y lugar específico, donde lastimosamente la educación tradicional a centrado el proceso en el docente y contenido, dejando a un lado el

3.2 Pilares metodológicos del enfoque de aula invertida.

aprendizaje para el dominio, teoría propiamente base del mismo Bloom. Bien, FC propone retomar estas bases pedagógicas, dándole un enfoque diferencial en cuanto al orden de los momentos, el lugar y el centro del proceso.

Bloom rige su taxonomía iniciando en clase con los procesos cognitivos de orden inferior, dejando los de orden superior para fuera de ella; FC propone invertir estos procesos en dos fases, el “**antes**” y “**durante**” de la clase (figura 2); el primer momento generalmente se basa en un aprendizaje de orden inferior, guiado preferiblemente por un medio tecnológico donde el docente da al estudiante contenidos para que los vea y analice en casa antes de la clase, de esta forma se busca que el estudiante tome independencia y apropiación del inicio de su actividad académica; el segundo momento, en el salón de clase, se plantean actividades de aprendizaje de orden superior, donde se debe configurar un espacio de aprendizaje interactivo, dinámico, colaborativo y activo donde el trabajo en grupo y personalizado se priorice antes que los contenidos, pues es aquí que el estudiante resuelve inquietudes y produce su conocimiento, guiado en todo momento por el docente (Bishop & Verleger, 2013) Otros autores, como (Maldonado et al., 2017) proponen un tercer “momento” para afianzar conocimientos. Según esta estrategia un ideal para su implementación sería contar con las herramientas tecnológicas apropiadas tanto para el docente como para el estudiante. Para el primero se busca herramientas que permita la gestión de actividades, donde pueda crear, compartir, evaluar e interpretar métricas donde se identifiquen los momentos claves del modelo, y permita conocer el esfuerzo y/o comportamiento que cada estudiante desarrolla con las actividades planteadas. Para el estudiante se quisieran herramientas que estén pensadas para su uso y permita abordar cada momento que se plantea, preferiblemente de forma guiada y permita la recolección de datos de su esfuerzo (métricas).



De esta forma y en esta investigación se busca correlacionar cada momento propuesto en el aprendizaje para el dominio, base en la taxonomía de Bloom y del aprendizaje invertido, donde se busca la apropiación del aprendizaje del estudiante, de forma que responsable, flexible y a su ritmo; dando la oportunidad de iniciarlo en casa, con procesos cognitivos de bajo nivel (recordar y comprender) y de forma individual; para generar espacios de tiempo en la clase donde se busca la adquisición de pensamientos mucho más complejos (aplicar, analizar, evaluar y crear), con el apoyo del docente y el trabajo en grupo y colaborativo con sus compañeros.

3.3 Propuesta de lineamientos metodológicos de aula invertida para educación media apoyada con herramientas TIC.

Una buena educación siempre será un reto para las instituciones, los docentes, padres y estudiantes; pero la ciencia juega un papel en la ayuda que pueda prestar a cumplir de la mejor forma este reto; es aquí que la tecnología entra a aportar a la ciencia con propuestas y herramientas que faciliten los procesos tanto del lado del docente (enseñanza) como de el estudiante (aprendizaje). Pero por si sola la

3.3 Propuesta de lineamientos metodológicos de aula invertida para educación media apoyada con herramientas TIC.

tecnología no es base suficiente para esto, se hace necesario que haya una base teórica que la sustente; es este el motivo por el cual en esta sección presentamos una propuesta metodológica que se basa en toda la investigación que se ha documentado en las secciones y capítulos anteriores, pensando en los contextos de la educación media, infraestructura tecnológica, acceso a la conectividad con las que se cuentan en las zonas urbanas y rurales del país y técnicas informáticas usadas para la educación. A continuación se plantea una propuesta teniendo en cuenta el mayor número posible de componentes descritos.

Partiendo de las bases y fundamentos tanto de Bloom como de FC, el aprendizaje para el dominio se hace necesario para plantear lineamientos metodológicos existentes, pero que se propone aterrizarlo a un a realidad educativa Colombiana, marcada por una desigualdad socio-económica, que implica aspectos culturales y de acceso a la conectividad, que influyen directamente en las formas del **como** se enseña y se aprende.

3.3.1 La ruta del aprendizaje en FC (Learning Path - FC)

Para el equipo de investigación es claro que para proponer algo innovador en el campo educativo, se debe partir teniendo en claro que el centro del proceso académico no debe ser ni el docente ni el contenido, es así que nuestra propuesta parte por considerar el centro del proceso al estudiante, inmerso, no en una clase, donde solo se escucha un contenido y no queda tiempo para resolver dudas, sino involucrado en un proceso de aprendizaje, donde su mano derecha es su docente y la relación de cooperación con sus compañeros, generando tiempo de calidad ya no en el salón de clase sino en un espacio de aprendizaje.

Teniendo en cuenta las recomendaciones de FC, se propone una **ruta de aprendizaje** basada en una continua retroalimentación (feedback) por parte del docente, el camino de esta ruta esta enfocado al desarrollo de una temática específica, al conjunto de procesos académicos inmersos a esta ruta se denomina **Actividad de aula invertida (actividad FC)**. La ruta de aprendizaje está basada en los siguiente lineamientos:

1. El salón de clase pasa a ser un espacios de aprendizaje: El espacio físico (o virtual) donde se comparte un tiempo entre el docente y los docentes, debe cambiar la función que tienen tradicionalmente, pues es este espacio el mas importante en la consolidación de los pensamientos superiores del estudiante. Se propone que este espacio se cambie por espacios de aprendizaje, donde el estudiante mas que consumir contenidos, desarrolle las habilidades para apropiarse de su aprendizaje, junto con su docente y compañeros, de forma individual o en pequeños grupos, de forma tal que se den los espacios de tiempo para que haya interacción entre los actores, para la resolución de talleres, dudas, y se afiance los contenidos vistos por fuera de la calase.

2. Una actividad FC contempla todo el proceso académico de una temática especifica donde se busca orientar al docente a la creación de la consecución de objetivos precisos para el estudiante enmarcados al alcance de una competencia del MEN.

3. La evaluación: Debe ser sumativa y tenido en cuenta desde el primer momento que el estudiante empieza su proceso desde la casa, en lo posible se propone que se enfoque en la validación de cada objetivo propuesto en la actividad FC, son diferentes mecanismos de evidencias, por ejemplo: Interacción oral, demostraciones practicas, producción y/o creación de productos, evaluación escrita, entre otras que el docente considere pertinentes.

La ruta de aprendizaje propuesta se ilustra en la figura 3.

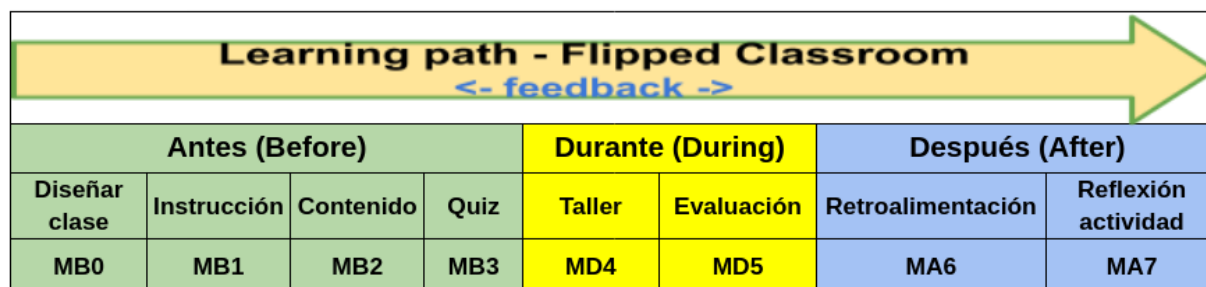


Figura 3: Ruta del aprendizaje para aula invertida

Como se observa, la ruta de aprendizaje se forma de tres fases o etapas, cada una de estas con unos momentos; desde MB1 hasta MA6 con acceso a una retroalimentación del docentes. Estas fases abarcan todos los proceso necesarios

3.3 Propuesta de lineamientos metodológicos de aula invertida para educación media apoyada con herramientas TIC.

para desarrollar una actividad académica en modalidad de aula invertida.

Fase 1: El Antes de la clase (Before), dividida en 3 momentos:

1. Momento Antes - Cero (Moment Before - 0) – **MB0:** Diseñar Clase
2. Momento Antes - Uno (Moment Before - 1) – **MB1:** Instrucción
3. Momento Antes – Dos (Moment Before - 2) - **MB2:** Contenido
4. Momento Antes – Tres (Moment Before - 3) - **MB3:** Quiz

Fase 2: El Durante de la clase (During), dividida en 2 momentos:

5. Momento Durante – Cuatro (Moment During - 4) - **MD4:** Taller
6. Momento Durante – Cinco (Moment During - 5) - **MD5:** Evaluación

Fase 3: El Después de la clase (After), dividida en 2 momentos:

7. Momento Después – Seis (Moment After - 6) - **MD6:** Retroalimentación
8. Momento Después – Siete (Moment After - 7) - **MD7:** Reflexión de la actividad

A continuación se dan los lineamientos para para docentes y estudiantes en esta ruta:

3.3.2 Lineamientos metodológicos para el docente en La Learning Path - FC

El docente en este proceso es el llamado a hacer el cambio, es el actor de mayor responsabilidad a la hora de voltear las metodologías tradicionales con las que fue educado y educa. El cambio debe nacer en su pedagogía y forma del **como** imparte el conocimiento a su estudiantado. La Learning Path – FC propone una “hoja de ruta” para que su tarea de enseñar facilite el proceso de aprender, es así que pensando en él, se proponen estos lineamientos, según cada momento del la ruta:

Fase1. El antes de la clase: El docente tiene en cuenta momentos de la ruta para planear y diseñar la actividad FC, con el foco que también son momentos que el estudiante desarrolla antes de su encuentro, de forma independiente y autónoma, en su casa, por esto es importante que las instrucciones que se impartan sean precisas y atractivas.

MB0 - Diseñar la clase: Es el tiempo que el docente toma para planear la clase, aquí se definen los objetivos, se selecciona la competencia del MEN a la que aporta esta actividad FC, el REA a compartirle al estudiante, se diseña el taller que se desarrolla en clase.

MB1 - Instrucción: Es el primer momento que el estudiante observa, el docente debe escribir las instrucciones que el estudiante debe seguir para el desarrollo de la actividad, mostrar una introducción y objetivos de la actividad FC, y si es posible el como debe iniciar y desarrollar el proceso desde casa. Este momento es la oportunidad que el docente tiene para animar al estudiante a involucrarse y apropiarse de su aprendizaje.

MB2 – Contenido: Este elemento es uno de los mas importantes en toda la ruta, es el instante que el docente tiene para involucrar realmente al estudiante a la apropiación e independencia a su ritmo de su aprendizaje. Es aquí donde el docente debe crear o re-usar el REA que el estudiante ve por fuera de la calase, el contenido digital es un video educativo donde se explica la temática especifica de la actividad FC, éste debe ser tan claro y conciso que el estudiante se sienta capaz de verlo, entenderlo y recordarlo. El REA es el instrumento que intenta remplazar una de las tareas mas tediosas del enseñar, el repetir una y otra vez una explicación, en las cuales es en las que mas tiempo se pierde; si se usa un REA fácil de entender para todos o al menos la mayoría de estudiantes es un gran paso que se da a la aplicación del modelo FC.

Para el desarrollo y/o uso del REA se ha creado un documento donde se listan recomendaciones metodológicas y técnicas con el fin de garantizar su adecuado uso, ([Anexo 1](#)) Entre las mas destacadas se tiene:

- La duración del video debe ser menor a 7 o máximo 10 minutos.
- Debe tener una portada con el titulo, introducción a la temática.
- En su contenido se debe explicar la teoría de forma oral (o escrita).
- Se deben demostrar la teoría con 1 o 2 ejemplos.
- se debe pensar que con este contenido el estudiante debería poder hacer otros ejercicios de forma autónoma.
- El contenido debería resolver las posibles preguntas que genere al ser estudiado.
- Formatos sugeridos: videos educativos, documentos .PDF, doc, ppt, archivo flash, Java, JavaScript, html5.
- Fundamental: Este momento es el que debe incentivar al estudiante al desarrollo de los pensamientos de orden inferior.

3.3 Propuesta de lineamientos metodológicos de aula invertida para educación media apoyada con herramientas TIC.

MB3 – Quiz: El ultimo momento que el estudiante hace por fuera de clase, de forma independiente y autónoma, aquí se busca que el docente pueda evidenciar cuales estudiantes vieron el video con la atención requerida, este mecanismo tiene como objeto validar con preguntas enfocadas a la atención con la que cada estudiante observa el REA, mas no tiene como objeto evaluar conocimiento, puesto que hasta aquí aun no se ha tenido interacción con el docente; es así que se propone un quiz donde se le formulen preguntas al estudiante cuestiones mas de forma que de fondo, por ejemplo: Quien hace el video? Número de ejemplos resueltos, color del marcador? Que herramienta se usa para explicar (tablero, presentaciones), Número de datos? Color del marcador, de la ropa, en fin, es criterio de cada docente formular preguntas que estimulen al estudiante a desarrollar el pensamiento de recordar y comprender. Este momento es clave para estimular al estudiante a ver el REA las veces que crea necesario y de su máxima atención para que responda de forma correcta las cuestiones planteadas, por esto se propone que se valore de forma significativa en la evaluación de toda la actividad, con el 50% de la nota.

Fase2. Durante de la clase: “El como” ha cambiado, el docente consciente que ya no es el centro atención, sino que pasa a ser un “mediador” entre el contenido y el desarrollo de los pensamientos de orden superior del estudiantes. Su verdadero reto empieza aquí. Esta fase es la oportunidad que se tiene para convertir el aula de clase en un verdadero espacio de aprendizaje, donde el estudiante tiene la oportunidad de aprender a su ritmo, sin seguir de forma obligada una linea orientada en el contenido, sino por el contrario un espacio orientado al desarrollo de sus habilidades académicas (independencia, su propio ritmo, resolver dudas, interacción con sus pares y docente). El dialogar, preguntar, valorar cada señal de obtención del objetivo, diseñar diferentes formas de evaluación dentro de la clase son pilares de FC. El dinamismo con el que se afronte esta fase es el cambio que se debe demostrar al estudiante, para esto se propone las siguientes estrategias:

1. Identificación del como llegan los estudiantes: Es fundamental que el docente conozca como llega cada un o de sus estudiantes a la clase, esto es: Identifique quienes vieron el REA, quien respondieron y como les fue en el quiz, que dudas se han generado en el momento de ver el REA; con esta información el docente crea

una estrategia de aprovechar a los estudiantes que han entendido el contenido como apoyo para quienes no lo entendieron o no lo vieron.

2. Resumen y/o solución de preguntas: Luego de esta identificación, “del como llegan los estudiantes a la clase” El espacio de aprendizaje inicia solo de ser necesario con un repaso del contenido del REA, sino, se pasa a un espacio donde el docente ha recopilado las dudas generadas en casa y pasa a solucionarlas, en lo posible con los mismos estudiantes que si comprendieron el REA.

3. Grupos colaborativos: Se forman pequeños grupos heterogéneos, esto es, buscar apoyarse en los estudiantes mas adelantados para que ayuden a los que tienen dificultades, con el fin de equilibrar el ritmo del aprendizaje. Al tener grupos permite que se dedique tiempo de calidad a cada estudiante, y permite que se identifique mas fácil a los estudiantes que definitivamente requieren un acompañamiento individual.

4. Aprendizaje lúdico y practico: Al ganar tiempo en no dar un contenido (por que esto el estudiante ya lo hizo en la casa), identificación de estudiantes “adelantados”, partiendo de la solución de dudas del REA, y formando un grupos colaborativos; sigue el cambio... el docente no se centra en el contenido, se centrara en un “negocio” con el estudiante: Ahora la **tarea no se hace en casa, se hace en el espacio de aprendizaje:** Así que es hora de plantear una clase basa en un taller (MD4), donde se deben plantear ejercicios prácticos, que abarquen toda la temática propuesta en la actividad FC y se cumplan los objetivos propuestos para alcanzar parte de la competencia del MEN. Así que el estudiante tendrá todo el espacio y el tiempo para iniciar el desarrollo de sus pensamientos superiores, donde sus pares y el docente pueden mediante la cooperación resolver las inquietudes que surjan en el desarrollo de taller. Esta fase el docente debe contar con la dinámica y lúdica apropiada para optimizar el tiempo y hacer ver a sus aprendices la ventaja de hacer la tarea junto a él y sus pares, envés de hacerla en su casa (solo).

5. Evaluación continua y sumativas: El docente ahora se se convierte en la mano derecha del estudiante en la solución de “la tarea”, de esta forma es veedor de la veracidad del desarrollo individual y/o grupal de la misma, esto da total confianza que lo mucho o poco que cada estudiante logre desarrollar en el espacio de aprendizaje es de su total propiedad. Esto debe ser valorado de diferentes formas, incluso una pregunta bien formulada del estudiante, significa que esta involucrado en la ruta; el

3.3 Propuesta de lineamientos metodológicos de aula invertida para educación media apoyada con herramientas TIC.

docente debe tener la habilidad de valorar continuamente cada logro. Pero como en todo proceso académico se sugiere una evaluación final de la actividad propuesta.

6. Retroalimentación continua (Feedback): La base del modelo FC y el

Las anteriores estrategias se deben reflejar en el planeamiento de los dos momentos en el durante de la clase:

MD4 – El Taller: Quinto momento en la ruta del aprendizaje, el primer encuentro estudiantes – docente. El “negocio” para el estudiante se evidencia aquí. Luego de contextualizar al estudiante con un resumen de la temática y resolver dudas del REA; el taller es el instrumento que el docente debe generar para “explotar” todo el potencial intelectual del estudiante, mediante ejercicios prácticos de la temática, así que éste debe hacerse con el fin que su total desarrollo evidencie o de respuesta a los objetivos planteados en la actividad FC. Aquí se debe generar un instrumento de reflexión teórica pero también de aplicación y análisis de los procesos cognitivos, seguido de actividades de evaluación y espacios de creación propia de conocimiento. Es la herramienta que después del REA, responde a la expectativa del estudiante, por que a diferencia de hacerlo en casa donde prácticamente no tiene el como resolver dudas, las cuales causan estancamientos, ahora tiene a sus pares y docente, en su grupo colaborativo para desarrollarlo y aclarar preguntas de forma inmediata, haciendo que su culminación sea posible.

La aplicación de un espacio de aprendizaje donde el estudiante tenga el espacio para interactuar con sus pares y su docente es fundamental, de este modo la retroalimentación es posible de la forma y momento preciso.

Este momento es el que mayor tiempo debe tener la ruta de aprendizaje, ya que aquí el docente debe prácticamente personalizar el proceso de aprendizaje, identificando e individualizando las falencias en los grupos colaborativos, con el fin de invertir tiempo en los estudiantes que más lo necesiten.

Finalizando el taller, se propone una ronda de solución de preguntas que hayan surgido en su desarrollo, esto con el objeto que se presente la evaluación con el menor número de dudas posible, haciendo sentir seguridad y confianza al estudiante para este momento.

MD5 – Evaluación: Este es el momento donde los pensamientos de orden superior Evaluar y Crear deben ser evidenciados en la ruta del aprendizaje. FC aconseja que la evaluación sea en toda la ruta y acumulativa, sin embargo para el docente y

estudiante es importante que haya un momento, que el estudiante demuestre la obtención de sus objetivos; por esto se propone que la evaluación se diseñe de forma tal que se tenga en cuenta lo que se trabaja dentro de la clase, de las preguntas resueltas y enfocadas al aporte de las competencias requeridas; donde se facilite el proceso de valorar el “crear” conocimiento a partir de la ruta. Así, una fuente que se debe tener en cuenta es el taller que se ha resuelto, el cual también puede ser un momento e instrumento donde también el estudiante pueda aplicar y crear nuevos conceptos.

Fase3. Después de la clase: Normalmente un proceso educativo termina en una evaluación, hayan o no dudas. La ruta del aprendizaje no para allí, las dudas no deben de existir en FC, ni para los estudiantes ni docentes. Es por esto que dos momentos mas son necesarios, uno para el estudiante y otro para el docente, ambos con el animo de enriquecer a cada sujeto, y aprender de cada momento abordado.

MA6 – Retroalimentación: Es la base de FC, la continua interacción con el estudiante, con el objeto de apoyar su aprendizaje, a su ritmo y con la resolución de dudas. La retroalimentación si bien lo marcamos en todo la ruta, se propone que el estudiante no cierre una actividad académica con dudas; sin embargo, el tiempo no da para hacer todo dentro del salón. FC pretende volver rutina el tiempo independiente que el estudiante invierte por fuera de la clases; abriendo el espacio para que el docente proponga instrumentos para dar respuesta a lo que se planteó en clase, de tal forma que el estudiante tenga la forma y las herramientas para reforzar su aprendizaje en las posibles dudas que la actividad FC le haya dejado. Así de forma voluntaria el estudiante puede volver a ver el REA, trabajar el taller y evaluación en su casa. Este es el ultimo momento para el estudiante.

MA7 – Reflexión de actividad: Todo momento que el docente propone y afronta en esta ruta, es un reto y se convierte en un aprendizaje para él, cambiar la forma de enseñar, lleva a re-plantear muchas de las cotidianidades pedagógicas, pero, A cambio de que? Bien, la respuesta a todo este esfuerzo del docente debe verse reflejado en dos aspectos fundamentales: **1.** La satisfacción que se supone el estudiante va a tener, al sentirse mas inmerso en su aprendizaje, y por su puesto en una mayor atención y concentración en cada momento, acompañado de mejores resultados académicos **2.** El conocer mejor a cada estudiante y poder intervenir en el

3.3 Propuesta de lineamientos metodológicos de aula invertida para educación media apoyada con herramientas TIC.

momento adecuado para convertirse en el guía de su recorrer de la ruta de aprendizaje, forjando confianza e independencia. Este momento se propone con el único fin que el docente reflexione de forma autocrítica el resultado individual y grupal de la actividad, pero también es un momento para compartir con sus pares, de los cuales podrá recibir retroalimentación de la metodología aplicada, del REA, taller, evaluación o de todo el proceso. Este momento es el punto de inicio a una nueva ruta, donde con toda seguridad será mejor.

Es el docente que inicia el proceso, desde que planea hasta su reflexión, 8 momentos propone la ruta de aprendizaje, donde el fin es que el estudiante se apropie de su propia ruta, a su ritmo, a su como y forma, de forma tal que el docente sea su guía mas no su vehículo. Ocho momentos en los cuales el ser y hacer docente se convierte en un auto-aprendizaje continuo.

3.3.2 Lineamientos metodológicos para el estudiante en La Learning Path - FC

Todo cambio educativo que cualquier persona propone, siempre tiene un sujeto que busca mejorar, Learning Path FC, no puede ser diferente; cada momento de su ruta esta pensada en ese sujeto: El estudiante.

Es este sujeto el fin de que la ruta del aprendizaje llegue a su proceso académico de la forma mas favorable y eficiente. Pensando en el estudiante, y desde su perspectiva, la ruta propone seis de los ocho momentos:

Fase1. El antes de la clase: El estudiante se enfrenta a algo nuevo en su educación, pero ya consiente de los beneficios para iniciar la ruta, donde el aprovechamiento del tiempo libre en casa toma un valor la academia, la autonomía, independencia y control es de su cuenta, requiriendo apoyo de los padres, quienes deben ser facilitadores para el inicio del camino en su hogar. Esta fase para el estudiante se convierte en el cambio de un “negocio” que le propone su docente: **“Estudia la clase en casa y la tarea la hacemos en clase”**. Se propone plantear 3 momentos:

MB1 – Instrucción: Es el primer momento con que el estudiante inicia su ruta de aprendizaje, aquí dedicara un pequeño tiempo para entender el propósito de toda la

actividad FC, es importante que esto le quede claro e identifique sus responsabilidades, puesto que inicia sin la compañía de su docente.

MB2 – Contenido: Momento que el estudiante ha cambiado por no hacer un taller, el estudiante es consciente que asume el reto de ver una clase ya no en vivo sino en un video educativo (REA), con la seguridad que su docente ha creado o seleccionado el mejor contenido. Su ritmo de aprendizaje y autonomía es el reflejo del como estudia ese contenido, con la ventaja que lo hace en el espacio y momento que desee, las veces que crea necesario y a su propia velocidad.

Una de sus tareas con el REA sera generar preguntas que no haya logrado resolver con su estudio, muy pendiente de la forma del video (colores, voz, ejemplo, datos), pues serán fundamental para el siguiente momento.

MB3 – Quiz: El tercer momento de la ruta, no se ha iniciado la clase, pero aquí esta la primer recompensa, el estudiante tiene la opción de ganar el primer 50% de su nota, este momento el estudiante demuestra que tan atento estudio el REA, para lo cual el docente le formula unas preguntas donde se pueda evidenciarlo, pero también es un instrumento valido para saber que tanto se ha comprendido la temática sin su intervención.

En este momento el estudiante puede identificar y preguntar las cuestiones que no le han quedado claro en el video, bien sea antes o al momento de la clase.

Fase 2. Durante de la clase: El estudiante ya no va en “ceros”, ya ha tenido la oportunidad de ver la temática en un REA las veces que ha querido, ahora va dispuesto a desarrollar sus pensamientos superiores, a interactuar de forma activa, individual y grupo, a ayudar a sus compañeros y continuar su propia ruta al ritmo que crea necesario, es el cambio de haber visto el video por resolver una tarea (taller) con la ayuda del compañeros y docente

MD4 – El Taller: Cuarto momento, pero antes de empezar a resolverlo, el estudiante ya recibió retroalimentación de sus dudas que traía de casa, escucho las dudas de sus compañeros y ademas una contextualización de la temática. Ahora en su grupo colaborativo y con el tiempo de su profesor desarrolla la tarea mediante un taller practico, donde evidencia las competencia propuestas, atrás queda los interminables momentos donde no había a quien preguntar y se generaba estancamientos cognitivos y se llegaba a clase sin el total desarrollo. Este es el momento donde el estudiante da todo su potencial y se siente con la atención. El

3.3 Propuesta de lineamientos metodológicos de aula invertida para educación media apoyada con herramientas TIC.

objetivo de este momento es que el estudiante desarrolle la totalidad del taller, resuelva todas sus dudas y se prepare para presentar una evaluación.

MD5 - Evaluación: Una vez solucionado el taller, compartir con el grupo colaborativo, demás compañeros y docente, aclarada todas las dudas de la temática el estudiante presenta una evaluación, en la cual el desarrollo del taller es fundamental.

Fase 3. Después de la clase: El estudiante tiene las herramientas de continuar su proceso cognitivo aun terminado en clase.

MA6 – Retroalimentación: Una nueva oportunidad para que el estudiante continúe apropiándose del conocimiento, como se ha mencionado, en toda la ruta de aprendizaje el estudiante ha tenido retroalimentación, pero ésta refiere a los instrumentos o herramientas que se tienen después de clase, ahora el estudiante sigue teniendo acceso al REA, quiz, taller y evaluación para que si lo desea lo estudie en casa, de esta forma afiance los posibles vacíos que hayan quedado.

3.3.3 Cuestiones tecnológicas en La Learning Path - FC

Es evidente que todos los lineamientos anteriores son un compromiso que debe adquirir el docente y los estudiantes, en un inicio el proceso puede conllevar más trabajo e inversión de tiempo, el cambio requiere nuevas estrategias y herramientas de apoyo, pero una vez los lineamientos se vuelvan cotidianos o repetitivos, seguramente el tiempo invertido por primera vez, se verá compensado en próximos experimentos, ya que la actividad propuesta estaría hecha.

Como se ha reiterado en FC es conveniente que el docente conozca el interés, el trabajo y el tiempo que cada estudiante y el grupo tiene con el desarrollo de la ruta de aprendizaje, incluso puede ser parte de la valoración en la evaluación sumativa que se propone.

En cuanto al problema de conectividad en Colombia, especialmente en zonas rurales planteado en el capítulo 2, lo cual se ha convertido en el mayor factor para el no uso de herramientas tecnológicas que apoyen los procesos educativos, esto nos da base para pensar que las nuevas herramientas que se propongan deben considerar este factor.

En este sentido, se debe pensar en un aporte tecnológico que aporte al docente facilidad para implementar los lineamientos propuestos, con la creación de la actividad FC, administración y gestión, uso, reuso, compartir, optimización de tiempo, reportes del esfuerzo de los estudiantes en todo La Learning Path, gestión de notas, reporte estadísticos.

Dentro de la ciencia de datos hay un valioso campo que se ha usado para este tipo de requerimientos, es la Analítica de Aprendizaje, Learning Analytics / LA. LA se define como las técnicas que se usan para medir, recolectar, analizar, calcular estadísticamente datos en cuanto a los procesos educativos de los estudiantes y su entorno, con el fin de comprender y mejorar los procesos y contextos educativos, implicando incluso el buen diseño y uso de las herramientas tecnológicas.

Una de las formas que usa LA, es identificar el comportamiento que los estudiantes tienen en el proceso académico mediado por una herramienta, esto se hace mediante la captura de métricas que se determinen según la importancia en la ruta de aprendizaje FC (Lias & Elias, 2011) .

En este capítulo se ha documentado el principio del aula invertida, destacando sus beneficios en un proceso académico activo; en base a esto se propone una ruta de aprendizaje basado en una actividad de aula invertida, tanto para docentes como para estudiantes de educación media. La propuesta requiere de un compromiso de éstos; pero también se evidencia que la tecnología debe colocar su granito de arena, para facilitar la ejecución de toda la ruta. De esta forma se abre el espacio para que La Learning Path - FC se convierta en un requerimiento metodológico de aula invertida a una herramienta Telemática que contribuya con la educación para los contextos descritos en la problemática de nuestro país acorde a las siguientes necesidades:

- Su implementación no sea exclusiva y dependa del internet.
- Facilite la implementación del aula invertida bajo los lineamientos propuestos.
- Optimice el tiempo del docente en todos los momentos que el estudiante recorra (valorar el esfuerzo del estudiante) mediante informes basados en la recolección de métricas y uso de la analítica del aprendizaje.
- Facilite su uso a estudiantes sin importar su condición socio/económica y su independencia de la conectividad.

3.3.3 Cuestiones tecnológicas en La Learning Path - FC

- Facilite el reusar, buscar y compartir con colegas de su institución u otras REAs y actividades FC.

Capítulo 4

Prototipo del Ecosistema Digital Para Aula Invertida en Contextos Conectados y/o Desconectados

Una vez identificados los elementos claves para implementar el modelo FC en educación media, mediante La Learning Path - FC , donde se plantean 3 fases, cada una con unos momentos específicos que guían al docente y al estudiante, para el cumplimiento de actividades claves que garantizan la aplicación del modelo de forma ordenada.

En este capítulo se propone un ecosistema digital de fácil uso para los usuarios, que soporte el modelo, teniendo en cuenta el contexto de la población Colombiana y en especial del departamento del Cauca, donde como ya se hablo anteriormente, cuenta con un alto porcentaje de población en zonas rurales, caracterizadas por su difícil o nulo acceso a la conectividad de internet.

4.1 Generalidades del ecosistema digital

Los aspectos metodológicos propuesto en La Learning Path - FC son prácticos y cronológicos, los cuales son diseñados por el docente y seguidos por los estudiantes, de esta forma se requiere un ecosistema digital que implemente, administre y gestione cada elemento que compone una actividad FC, esto es: Usuarios (administrador, docentes, estudiantes y visitante), competencias del MEN, instituciones, REA, actividades FC (definida por cada momento del proceso de aprendizaje), mida el esfuerzo del estudiante, entre otros; es así que se propone y desarrolla un ecosistema digital que cumpla con aspectos esenciales tanto de La Learning Path - FC y las condiciones de conectividad de nuestro territorio regional, nacional, latino americano (de Desarrollo, 2020) e incluso en muchas zonas del mundo²; este ecosistema tiene como nombre **SmartFC**, aludiendo a Aula Invertida Inteligente.

SmartFC, se compone de dos plataformas telemáticas, una web y una móvil

1. SmartFC Web - SGAFC: Esta cuenta con 2 funciones, la administración de la plataforma (Administrador) y todo lo relacionado para la gestión de las actividades FC que el docente requiere. En la tabla 5 se resume las aplicaciones con sus módulos de la plataforma.

2. SmartFC-App: Dado el contexto real de nuestro país, especialmente en el Cauca, donde la población rural es mayor a la urbana, las condiciones socio-económicas de gran porcentaje de la población se le dificulta el acceso a internet y la adquisición de computadores, por lo cual son los smartphone el dispositivo de mayor posesión en los estudiantes; se desarrolla una aplicación móvil para el estudiante, que le permite realizar las actividades FC propuestas por sus docentes. Ésta captura las métricas de su comportamiento con cada actividad, para luego ser analizadas mediante Learning Analytics y desplegadas al docente en el SGAFC. En la tabla 6 se resume los módulos de la aplicación.

Tabla 5: Plataforma Web SmartFC - SGAFC

Usuario	
Administrador	Docente

² Personas que usan Internet (% de la población), Banco Mundial, 2020.

4.1 Generalidades del ecosistema digital

Aplicaciones	Sistema de gestión y administración	Sistema Gestor de Actividades Flipped Classroom (SGAFC)	Sistema gestor de REA	Sistema de búsqueda
Módulos	Usuarios	Gestionar actividades FC: Crear, modificar, borrar, publicar, re-usar	Crear y borrar REA	Buscar, reusar REA
	Instituciones	Métricas: Tablero inteligente del docente - Dashboard		Buscar, reusar Actividades FC
	Áreas	Dudas: Gestionar dudas de estudiantes		
	Competencias MEN	Perfil: Información de docente		

Tabla 6: Plataforma Móvil SmartFC–App

Módulos – Usuario Estudiante				
Perfil	Mis Cursos	Contenidos REA	Configuración	Dudas
Visualización de cada actividad: barra de progreso, notas quiz, nota evaluación, , nota actividad	1. Opción de escoger la materia donde se le ha asignado al menos una actividad. 2. desarrollo de las actividades FC asignadas (recorrido de La Learning Path)	Visualiza todos los REA que se encuentran en la plataforma, sistema de búsqueda	Edición de Datos personales y contraseña	Ve las preguntas que ha realizado a los docentes con su respuestas

4.2 Learning Analytics en La Learning Path

Como se mencionó anteriormente, la learning analytics busca facilitar el análisis de los datos que se puedan obtener de un estudiante respecto a una actividad de aprendizaje. Es así que en SmartFC se requiere hacer uso de estas técnicas con el objeto de dar al docente información importante de sus estudiantes.

Una de las gestiones educativas que necesita un docente es el seguimiento del desarrollo de cada momento en La Learning Path, para esto se acude a la learning Analytics; mediante la captura de métricas, la cual centraremos para obtener datos importantes del comportamiento del estudiante para que el docente tenga la

capacidad de analizarlos y proponer una clase (en el aula presencial o virtual) según los reportes de la herramienta. En este sentido se plantea el desarrollo de un prototipo de una aplicación tecnológica que de soporte a todo el modelo FC, según los lineamientos propuestos en el capítulo anterior teniendo en cuenta los elementos de LA a usar.

La analítica de aprendizaje es estrechamente relacionada con la minería de datos y la inteligencia artificial educativa, pero desde 2011 a la actualidad su crecimiento es mayormente exponencial, puesto la importancia que se le está dando como factor de peso a una mejora de procesos educativos (Viberg et al., 2018) unos trabajos se pierden éste foco, puesto que su centro ha sido en modelar marcos referenciales de forma investigativa y no en la implementación práctica; Pero por el contrario en muchas se centran en el aprendizaje (Gašević et al., 2015), aunque con casos de estudios aislados y a baja escala; haciendo que su aplicación en instituciones se baja por su complejidad (Shum & Ferguson, 2012).

(Ruipérez-Valiente, 2020) bajo la experiencia de varios proyectos propone su implementación de forma práctica, guiada en 5 etapas:

1. Definir el entorno de aprendizaje, identificando su contexto y estudiantes, esto gracias a el uso de herramientas digitales como diferentes LMS, plataformas MOOC, tutores inteligentes, juegos; usados en educación virtual, mixta o invertida (Redondo et al., 2015), ha facilitado la recolección de datos; incluyendo entornos físicos.
2. La segunda etapa sugiere la generación de datos en crudo, seleccionando los más importantes para su almacenamiento, identificando que una de las técnicas más comunes es el Clickstream data (Bollen et al., 2009).
3. Propone hacer uso de la ingeniería de características para procesar los datos recolectados en información educativa útil.
4. Análisis y modelado, propone usar los datos recolectados desde el punto de vista educativo, entendiendo el comportamiento que el estudiante tiene con el entorno de aprendizaje. En esta etapa muchos estudios usan experimentos con grupos de control y tratamiento, algoritmos para predecir resultados, dar recomendaciones, según el histórico de los datos procesados, generalmente las investigaciones de LA llegan hasta esta etapa.
5. La última etapa, se debe definir la aplicación educativa, de esta forma se sugiere que exista una verdadera retroalimentación del proceso que permitan

4.2 Learning Analytics en La Learning Path

mejorar los procesos educativos de forma tal que permita evaluar los cambios, para medir el impacto en el contexto educativo. Entre las herramientas mas usadas están las interfaces de visualización, sistemas adaptativos, de recomendación o simplemente informes.

Por ultimo, (Ruipérez-Valiente, 2020), menciona que la analítica del aprendizaje se ha facilitado gracias al uso de TIC en la educación (Thomas, 2016); recomendando su uso contextualizado en las pedagogías usadas realmente y no aisladas; teniendo en cuenta la privacidad de datos tanto de estudiantes como docentes. La aplicación de LA debería estar incentivada como políticas gubernamentales en asociación con todos los entes involucrados: estudiantes, docentes, directivos, políticos, ingenieros e investigadores.

Dada estas recomendaciones, y que los smartphome de la mayoría de los estudiantes de zonas rurales o de bajos recursos muy seguramente son de baja o mediana capacidad de procesamiento y almacenamiento, y que este será el dispositivo encargado de capturar las métricas que den cuenta y sean suficientes para hacer un seguimiento a los estudiantes, SmartFC-App deberá considerar estos factores claves para su desarrollo.

En las siguientes secciones se documenta las estrategias desde el punto de vista pedagógico, científico y técnico para definir las métricas necesarias en cada momento propuesto en La Learning Path – FC, teniendo en cuenta alguna de las recomendaciones se proponen por algunos autores.

4.2.1 Identificación de métricas para SmartFC

La analítica de aprendizaje nos brinda pistas del como debería diseñarse una herramienta tecnológica educativa, teniendo en cuenta el contexto y sus usuarios para la cual se crea; en nuestro caso SmartFC debe tener en cuenta 2 grandes aspectos: El de aula invertida que se propone mediante La Learning Path – FC y las condiciones técnicas de procesamiento de computo en smartphome de baja y mediana gama en contexto rurales o urbanos con dificultades de conectividad. Los LMS capturan grandes cantidades de eventos generados por la interacción con los usuarios, esto genera métricas que procesadas se denomina medida del esfuerzo realizado por el estudiante, información útil para que el docente conozca su interés y

comportamiento con el proceso académico (Mwalumbwe & Mtebe, 2017), (Yassine et al., 2016).

Con el fin de consolidar las métricas que usará nuestra herramienta, se hace un riguroso estudio de investigaciones donde se identifican las usadas en las plataformas educativas de mayor uso.

En **Moodle**: (Romero et al., 2008), (Kushwaha et al., 2019), (Akçapinar & Bayazit, 2019), (Fenu et al., 2017), (Corbi & Solans, 2014); en Blackboard: (Corbi & Solans, 2014), (Yang et al., 2018); En **Chamilo**

(Fenu et al., 2017), (Vera, 2017); en **Khan academy**: (Del Blanco et al., 2013); en **Coursera**: (Kloft et al., 2014) y en **EdPuzzle**: (Pueo et al., 2017). se identifican aproximadamente **79 métricas**.

Con la identificación de estas métricas se procede hacer una revisión y análisis con el fin de seleccionar las que se acoplan a nuestra necesidad; determinando que algunas no son acordes a nuestro contexto y otras muestran su importancia por que al menos coinciden en 2 o mas de las herramientas. En la tabla 7 se identifican 30 métricas que se pueden ser tenidas en cuenta para la necesidad:

Tabla 7: Métricas identificadas

#	Métrica
1	Registro de hora y fecha que ingresa al sistema
2	Tiempo de uso en una actividad
3	Chequeo de visualización de la descripción del contenido de un estudiante
4	Número total de vistas en la actividad
5	Número de veces que el estudiante accede al contenido
6	Número de dudas enviadas por un estudiante
7	Número de dudas enviadas de una actividad
8	Nota del test sobre el contenido de la actividad
9	Número de veces que responde un profesor dudas
10	Número de veces que accede a los servicios de visualización de la plataforma
11	Número de veces que el estudiante descarga un taller
12	Número de evaluaciones realizadas durante la actividad por estudiante durante la competencia
13	Nota de la evaluación de la actividad
14	Número de evaluaciones realizados durante el grado por estudiante
15	Tipo de conectividad en la que usa la aplicación el estudiante

4.2 Learning Analytics en La Learning Path

16	Chequeo de comprobación de quiz en la actividad por estudiante
17	Número de estudiantes que iniciaron la actividad
18	Listado de estudiantes quienes vieron y no el contenido
19	Listado de estudiantes quienes vieron y no el quiz
20	Listado de estudiantes quienes vieron y no el taller
21	Listado de estudiantes quienes vieron y no la evaluación
22	Número de estudiantes quienes vieron y no el contenido
23	Número de estudiantes quienes hicieron y no el quiz
24	Número de estudiantes quienes vieron y no el taller
25	Número de estudiantes quienes hicieron y no la evaluación
26	Promedio de cualificación del quiz de una actividad
27	Promedio de calificación de la evaluación de una actividad
28	Promedio de nota final de una actividad por todos los estudiantes
29	Porcentaje de completado de toda la actividad por estudiante
30	Nota Final de la actividad por estudiante.

Teniendo en cuenta esta valiosa información, y las condiciones propias de La Learning Path FC, donde uno de los aspectos que se deben tener en cuenta es la identificación de la interacción (comportamiento del estudiante con la actividad en una herramienta tecnológica) que el estudiante tiene con la actividad FC antes de llegar a la clase (Hodgson et al., 2017), se definen las métricas necesarias para dar soporte en SmartFC, pensando en la información relevante que el docente o estudiante requiere para hacer un diagnóstico del interés que se tiene con las actividades FC propuestas. Para esto se hace un levantamiento de métricas según el momento de La Learning Path - FC, en la tabla 8 se mencionan las que se consideran de tipo individual (cada estudiante) y en la tabla 9 métricas pensadas para un análisis global o grupal que darán información relevante al docente:

Tabla 8: Métricas individuales

Learning path – Flipped Classroom							
Antes (Before)				Durante (During)		Después (After)	
Diseñar clase (MB0)	Instrucción (MB1)	Contenido (MB2)	Quiz (MB3)	Taller (MB4)	Evaluación (MB5)	Retroalimentación (MB6)	Reflexión Actividad (MB7)

	El estudiante inicia la actividad (Si/No)	Número de veces que visualiza el video	Hizo el quiz (Si/No)	Hizo el taller (Si/No)	Hizo la evaluación (Si/No)	Vio la retroalimentación (Si/No)	Promedio de nota de toda la actividad
		Fecha y hora que vio el primer video	Nota del quiz		Nota de la evaluación	Respuesta a dudas	Porcentaje de progreso en la actividad
							Preguntas de la actividad

Tabla 9: Métricas Globales o Grupales

Antes (Before)				Durante (During)		Después (After)	
Diseñar clase (MB0)	Instrucción (MB1)	Contenido (MB2)	Quiz (MB3)	Taller (MB4)	Evaluación (MB5)	Retroalimentaci. (MB6)	Reflx.actividad (MB7)
	Numero de estudiantes participando en la actividad	Numero de estudiantes que vieron el Contenido	Número de Estudiantes que hicieron el quiz	Número de Estudiantes que hicieron el Taller	Número de Estudiantes que hicieron la evaluación	Vio la retroalimentación (Si/No)	
		Estudiantes que vieron el contenido	Estudiantes que hicieron el quiz	Estudiantes que hicieron el taller	Estudiantes que hicieron la evaluación		
		Estudiantes que no vieron el contenido	Estudiantes que no hicieron el quiz	Estudiantes que no hicieron el taller	Estudiantes que no hicieron la evaluación		
		Valoración de REA (Contenido, calidad, Diseño, Motivación, Sonido, Comentario)	Nota promedio del quiz		Nota promedio de la evaluación		Nota promedio de toda la actividad

Con la identificación de las métricas, consideradas fundamentales para hacer uso de la analítica del aprendizaje, a continuación se describe de forma específica el desarrollo del ecosistema digital SmartFC.

4.3 Arquitectura de Ecosistema Digital SmartFC

Una vez establecido los requerimientos metodológicos para implementar La Learning Path FC, en entornos desconectados y/o conectados, el ecosistema digital debe cumplir con requerimientos técnicos, que permitan suplir las necesidades pedagógicas expuestas, como se menciona en la sección 4.1 las plataformas (Plataforma Web SmartFC – SGAFC y SmartFC-App) y sus módulos componen el ecosistema, en esta sub-sección se describe los elementos tenidos en cuenta desde la arquitectura los bloques necesarios.

4.3.1 Entornos de funcionamiento

SmartFC esta diseñada para permitir el uso del aula invertida en la educación media colombiana (no con esto se excluye la educación universitaria), por lo cual se ciñe a los siguientes aspectos:

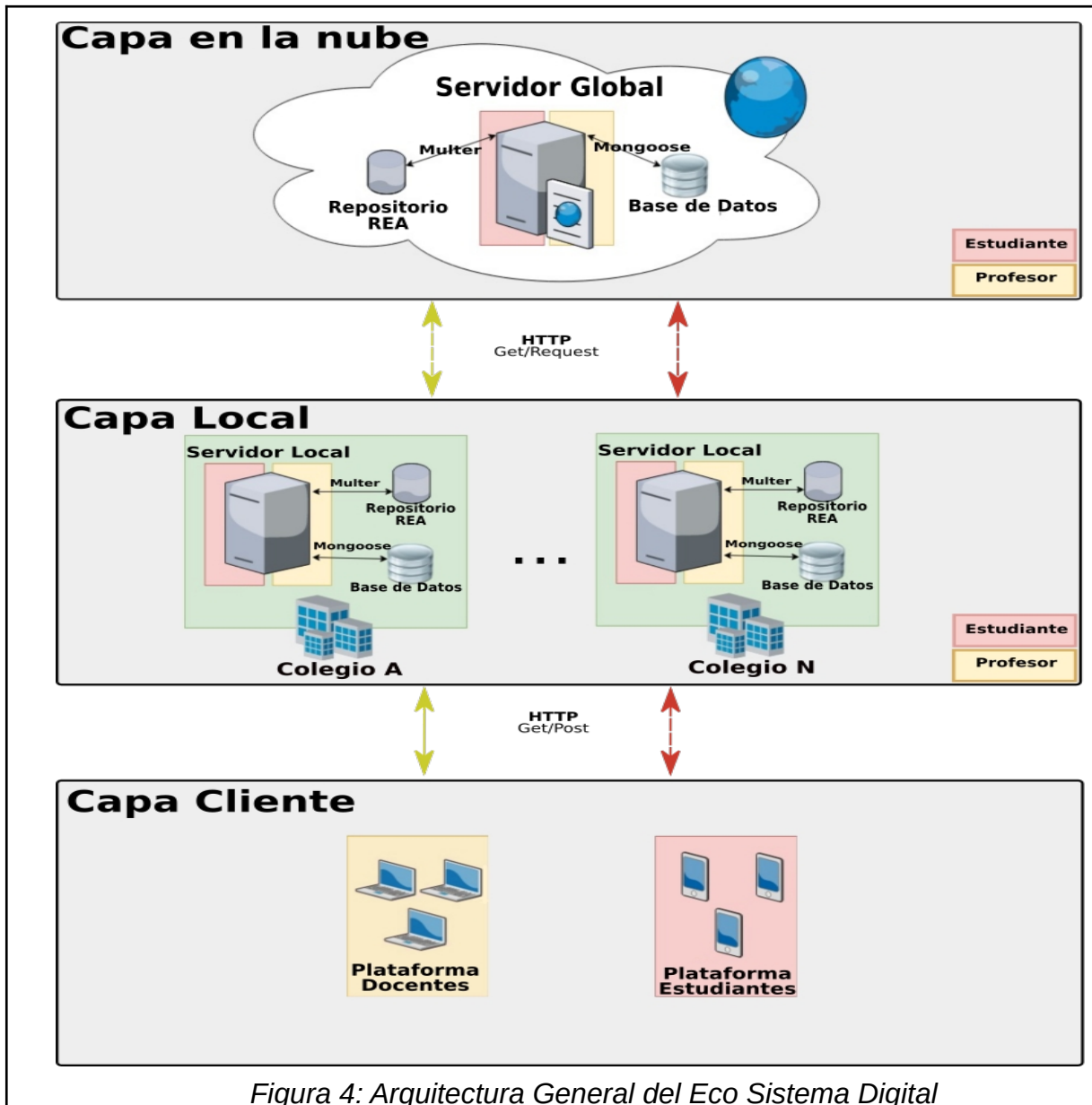
- Responder a criterios del MEN, así las actividades FC y contenidos que se planteen deben responder a un estándar que debe ser identificado por el docente encargado de crear las actividades. Una competencia pertenece a una área del conocimiento, ejemplo: Matemáticas, lenguaje, ciencias sociales, ciencias naturales, tecnología e informática, lenguas extranjeras; Según el grado que se curse, estas áreas son integradas por una o varias materias, Ejemplo: En el grado décimo de educación media, el área de matemáticas está compuesta por las materias de Trigonometría y Estadística; el área de ciencias naturales por Física y Química.
- Dada la problemática planteada, en cuanto la carente falta de conectividad en un gran porcentaje de las zonas rurales e incluso algunas urbanas, SmartFC rompe con esta brecha tecnológica, dejando de un lado el no uso de TIC en la educación por falta de internet, así el ecosistema se diseña para que funcione con servidores locales que se instalan en la red de las instituciones educativas, de esta forma los usuarios solo necesitaran estar conectados a esta para acceder al servidor local y gestionar lo que les corresponde, incluido SmartFC–App para que los estudiantes “consuman” las actividades que sus docentes les solicite. Pero es importante acla-

rar que SmartFC también se dispone para el uso con aquellas instituciones y usuarios que tienen conectividad a internet, mediante un servidor global; de esta forma se da la opción de usarla en el modo que supla cualquier necesidad. Los detalles de SmartFC - SGAFC pueden encontrar en (Sotelo Gomez, López, et al., 2022) y los de SmartFC-App en (Sotelo Gomez, Urbano, et al., 2022)

4.3.2 Arquitectura modular

Dado el contexto del ecosistema para el que se diseña, se propone una arquitectura de tres capas, donde se satisface las necesidades online y para las zonas donde el internet es nulo o deficiente. En la figura 4 se detalla la arquitectura general:

4.3 Arquitectura de Ecosistema Digital SmartFC

**Capa en la nube:**

Esta capa representa al modelo de infraestructura como servicio, mediante un servidor, permitiendo reducción de costos y escalonamiento. Compuesto de un **“Servidor Web Global”**, (Express Server) accedido por HTTP, para la transferencia de información entre los servidores, clientes y la capa local; una **base de datos**

(MongoDB) conectada mediante el *lenguaje mongoose*, donde esta toda la información de los colegios, grados, competencias, actividades FC, estudiantes y la recolección de métricas de esfuerzo y un **repositorio de REAs**, accedido mediante el *middleware Multer*, aquí se gestiona todos los contenidos REA almacenados por los docentes. En esta capa se gestiona toda la información y recursos generados por clientes (docentes, estudiantes, administrativos) de las instituciones educativas que si tienen la posibilidad del acceso a internet y la capa local, mediante la sincronización con los servidores locales, esto usando; Rsync, NodeJS, los cuales sincronizan los REA y los datos de MongoDB mediante Fcron.

Capa local:

Esta capa contiene los mismos elementos que la global, pero su propósito es brindar el servicio del ecosistema SmartFC en las IE que no una conexión a internet permanente o definitivamente no la tienen. Esta hace todas las funciones ya mencionadas en la capa global, pero solo en una infraestructura de red local dentro de un colegio, su escalabilidad se tiene al replicarla en cuanta IE ofrezca un mínimo de requerimiento técnicos requeridos (un computador servidor y una WLAN). Esta capa es capaz de lograr una sincronización con la global de su base de datos y repositorio REA, una vez tenga acceso a internet.

Capa local:

Esta capa representa los dispositivos de los clientes del ecosistema, una plataforma web (para un navegador web) para los administradores y docentes y una aplicación móvil (SmartFC-App) para los estudiantes. Los clientes acceden a los servicios globales o locales según la condición de la IE.

4.3.2 Arquitectura software

En la figura 5 se presenta un diagrama arquitectónico por modelo de capas, separando funciones y roles, se cuenta con 3 capas, cada una con sus respectivos módulos:

Capa de Aplicación: Representa la interfaz grafica de los usuarios para acceder a los servicios autorizados, interfaces web (Docente y administrador) y móvil (Estudiante).

4.3 Arquitectura de Ecosistema Digital SmartFC

Capa de Gestión: Es la capa compuesta por los módulos funcionales, recibe todas las peticiones, gestiona y da respuesta a los usuarios y/o a otros servicios del sistema, Módulos:

- **Gestor de Actividades:** Creación y gestión de actividades FC por parte del docente según La Learning Path – FC, publicar, re-usar; gestión de dudas de estudiantes.
- **Gestor de Contenidos REA:** Permite el almacenamiento, gestión y visualización de los REA a todos los usuarios, según tipo, grado y materia; también de la gestión de su valoración por parte del estudiante.
- **Gestor de Competencias:** Crear y gestión de competencias, según MEN, grados y área de conocimiento.
- **Visualizador de Métricas:** Filtración, visualización en dashboard según analítica de aprendizaje del esfuerzo del estudiante en cada actividad FC, resultados globales e individuales.
- **Gestor de Usuarios:** Gestión de usuarios del ecosistema, gestión de perfiles, según su rol:
 - ✓ Administrador: Es quien administra todo el ecosistema digital, entre sus funciones esta la gestión de: Instituciones educativas, usuarios, áreas de conocimiento y competencias del MEN.
 - ✓ Docente: Usuario encargado de “alimentar” los repositorios de REAs y actividades – FC, entre sus permisos esta la gestión de: REAs, actividades FC, perfil y materias.
 - ✓ Estudiante: Usuario de SmartFC-App, consume las actividades – FC según el curso que este registrado.
 - ✓ Visitante: Persona que visita el ecosistema para solo ver los REA y actividades FC.
- **Módulo de Búsqueda:** Sistema de búsqueda de actividades FC y REA mediante filtrados (palabras claves, materia, grado, profesor, competencia, tipo).
- **Módulo de Seguridad:** Gestiona el acceso al ecosistema mediante sistema de identificación (correo electrónico y contraseña) y tipo de usuario
- **Módulo de Sincronización:** Identifica el modo de conexión con el servidor (nube o local), sincroniza ecosistemas de la capa local y la nube
- **Gestor de Colegio:** Gestión de colegios, Grados, materias.

Capa de almacenamiento: Se encarga de todo el almacenamiento y gestión de la información, se compone de dos módulos:

- **Gestor de archivos:** Se encarga del almacenamiento de los REAs y la gestión de su repositorio, mediante sus metadatos (nombre, materia, curso, docente, tipo).
- **Base de datos:** Almacena y gestiona toda la información que genera en la capa de gestión, es de mencionar que además de las bases de datos global y local mencionadas, también SmartFC-App cuenta con una base de datos (SQLite) que se encarga de recoger todas las métricas que el estudiante genera con la interacción de la aplicación, luego las sincroniza y almacena a su respectiva base de datos del ecosistema al que pertenece.

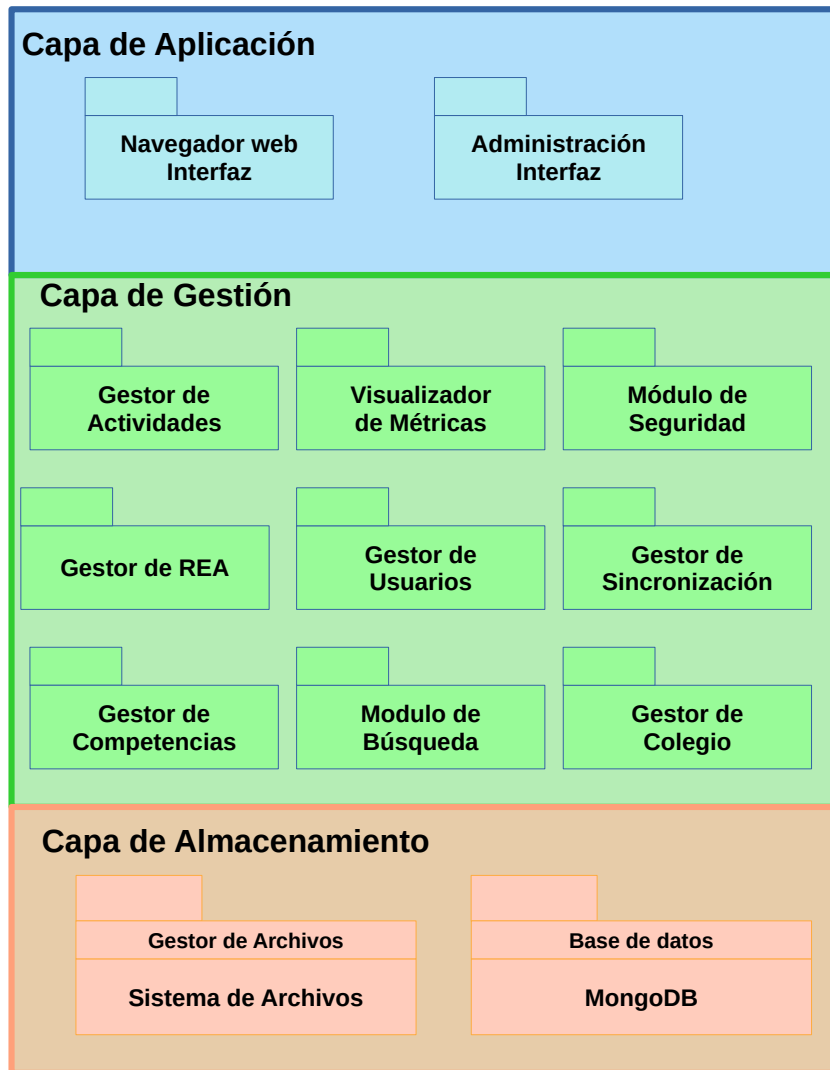
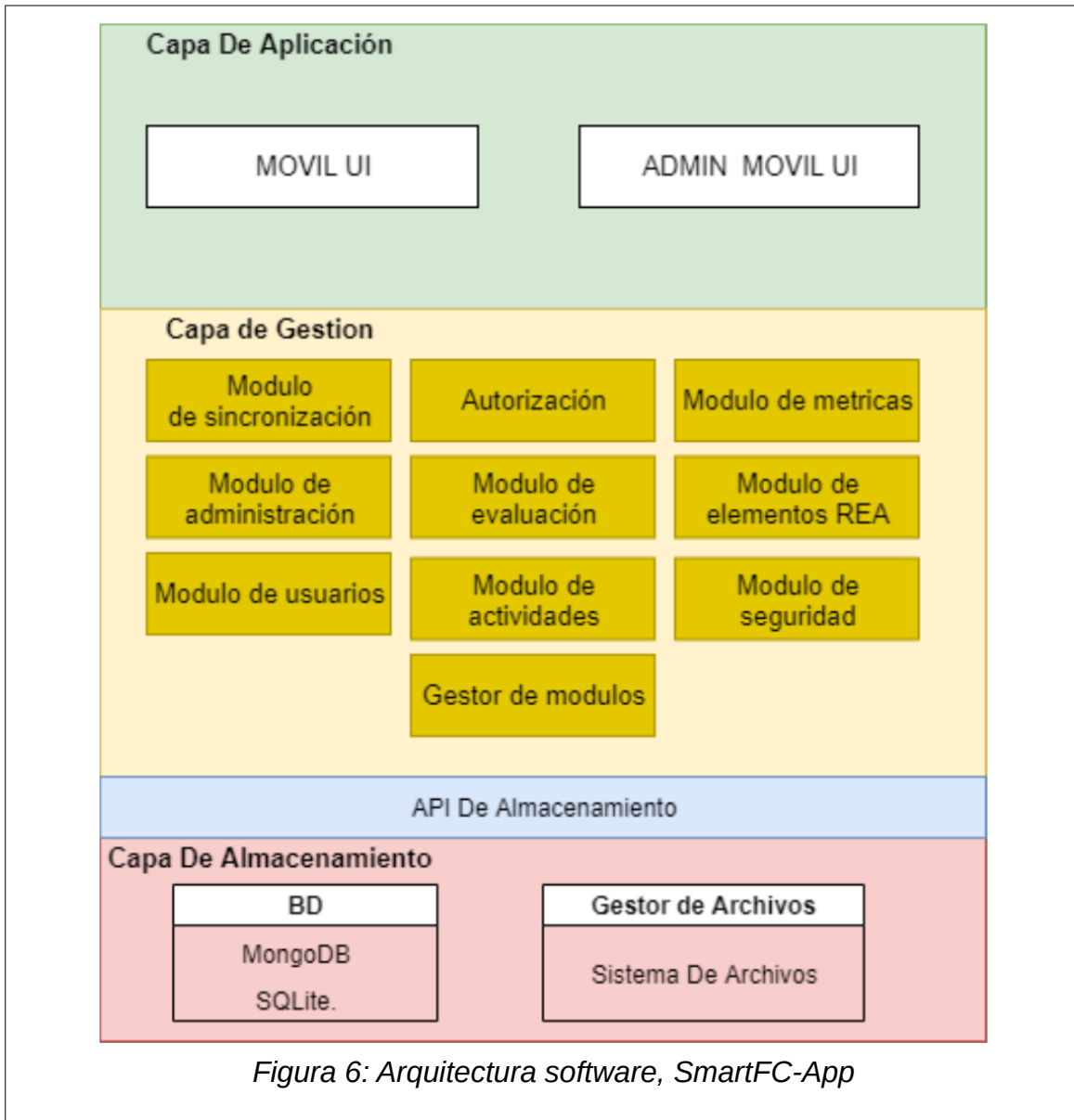


Figura 5: Arquitectura software plataforma web - SG AFC

En la figura 6 se presenta la arquitectura software para la la aplicación móvil:



4.3.3 Diagramas del contexto del sistema

Mediante el modelo C4 de Simon Brown, se visualiza la arquitectura de forma abstracta desde el punto de vista del desarrollador; considerando el usuario, sistema software, contenedor y los componentes.

4.3 Arquitectura de Ecosistema Digital SmartFC

Diagrama de contexto del sistema de Plataforma Web SmartFC - SG AFC: Se observa los componentes de la plataforma: Para el usuario docente; un Servidor que gestiona las peticiones y se comunica con la base de datos, repositorio REA para gestionar las respuestas correspondientes a las petición.

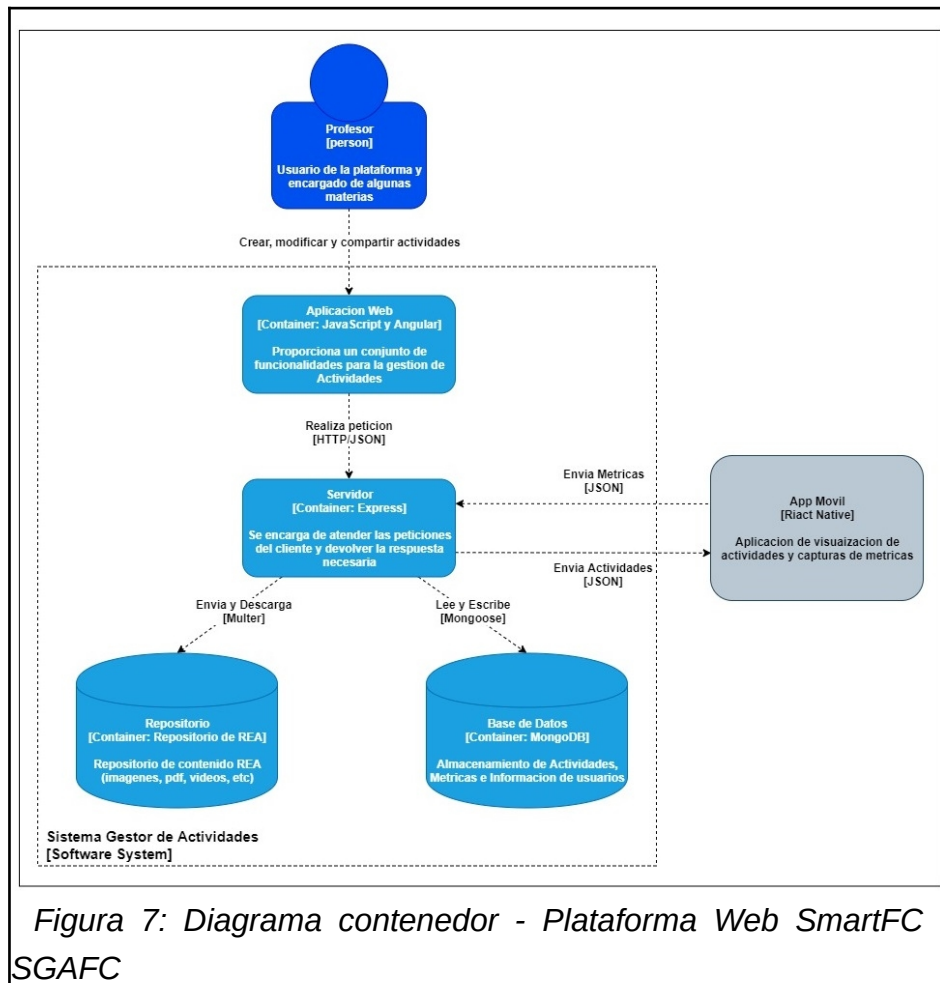


Diagrama de contexto del sistema de Plataforma Móvil SmartFC-App: Se observa los componentes de la aplicación móvil (basada en React Native) usando un repositorio (REA y actividades) y una base de datos NoSql para desplegar las actividades del SG AFC, para el usuario estudiante.

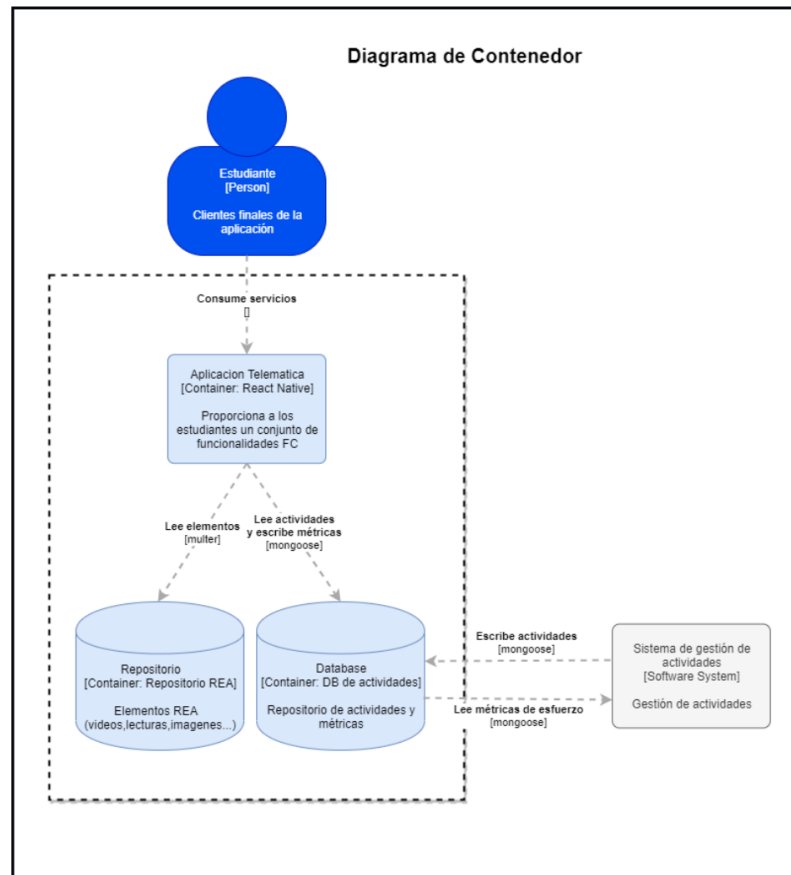


Figura 8: Diagrama contenedor de Plataforma Móvil SmartFC-App

4.4 Ecosistema SmartFC en interfaces de usuario

En este apartado se muestra el producto del desarrollo software del ecosistema SmartFC.

4.4.1 Interfaces del Sistema Gestor de Actividades

4.4 Ecosistema SmartFC en interfaces de usuario

A continuación se da muestran algunas interfaces de usuario que responden a los módulos propuestos:

Figura 9: Interfaces SmartFC - SGAFC



Ingreso a plataforma

Buscador de REA y Actividades FC

Gestor de actividades FC

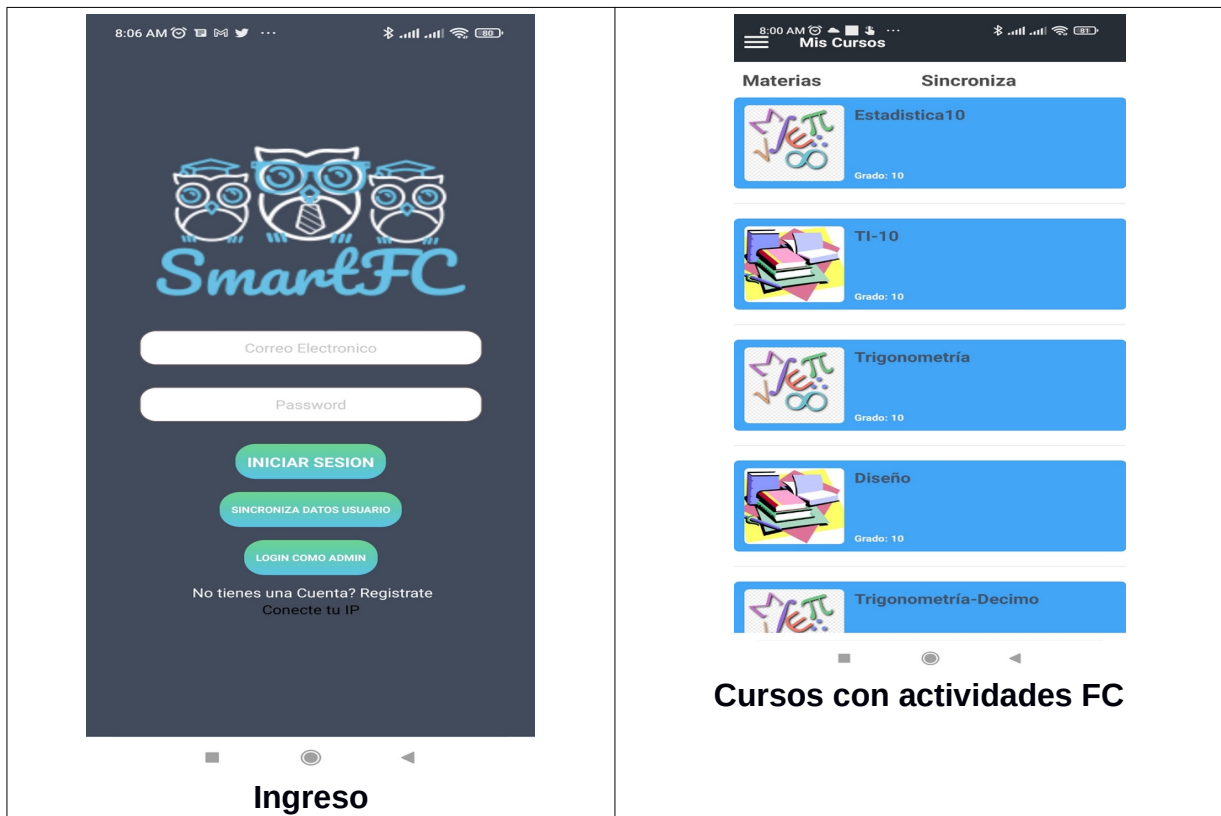
Dashboard – Métricas grupales		Dashboard – Métricas individuales	
Metricas Actividad: Estudiantes participando en la Actividad: 20		Estudiante: Progreso Actividad: 60%	
Acciones Estudiantes que vieron el Contenido: Estudiantes que hicieron el Quiz: Estudiantes que hicieron el Taller: 1 Estudiantes que hicieron la Evaluación:	Notas Promedio Nota Quiz de todos los estudiantes: Promedio Nota Evaluación de todos los estudiantes: Promedio Nota Final de todos los estudiantes:	Acciones El estudiante inicio la Actividad: Si El estudiante vio el Contenido: Si Numero de veces que vio el contenido: 1 El estudiante hizo el Quiz: Si El estudiante hizo el Taller: No El estudiante hizo la Evaluación: No	Notas Nota Quiz del estudiante: 3.33 Nota Evaluación del estudiante: 0 Nota Final del estudiante: 1.67

4.4 Ecosistema SmartFC en interfaces de usuario

4.4.1 Interfaces de SmartFC-App

A continuación se da muestran algunas interfaces de usuario que responden a los módulos propuestos para la aplicación móvil:

Figura 10: Interfaces SmartFC-App



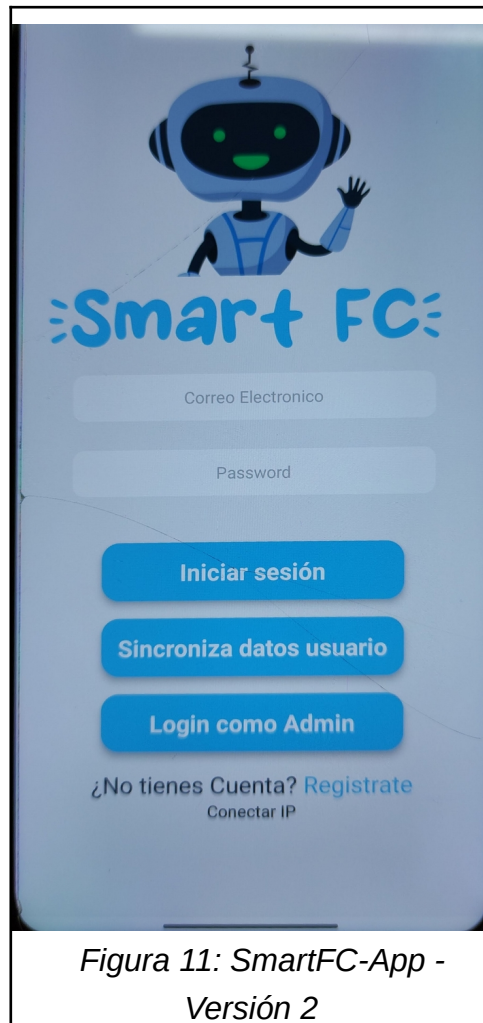
<p>Nombre de la Actividad: Tabla de frecuencia agrupada</p> <p>Selecciona un Lugar para continuar:</p> <p>PRACTICA EN CASA</p> <p>PRACTICA EN CLASE</p> <p>REALIZA TU EXAMEN</p> <p style="text-align: center;">?</p> <p style="text-align: center;">Fases de La Learning Path</p>	<p>Visualiza tu contenido</p> <p style="text-align: center;">CONTINUA APRENDIENDO</p> <p style="text-align: center;">Vista de REA en App</p>
<p style="text-align: center;">8:02 AM Realiza tu test</p> <p>Los datos de la tabla son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> El tiempo de un video <input type="radio"/> El tiempo de una maraton <input type="radio"/> Los kilometros de una ciudad a otra <input type="radio"/> Los kilometros de un terreno <p>El numero de datos recolectado son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> 10 <input type="radio"/> 20 <input type="radio"/> 30 <input type="radio"/> 40 <p>La tabla del ejemplo es presentada en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> Diapositivas <input type="radio"/> Un cuaderno <input type="radio"/> Un tablero <input type="radio"/> Una tableta <p style="text-align: center;">GUARDAR</p> <p style="text-align: center;">SINCRONIZAR</p> <p style="text-align: center;">REGRESA A MATERIAS</p> <p style="text-align: center;">Quiz</p>	<p style="text-align: center;">PERFIL</p> <p style="text-align: center;">Nombre Estudiante Correo: estudiante10@fc.com Grado: 10</p> <p style="text-align: center;">CARGA DATOS</p> <p style="text-align: center;">ESTOS SON SU PROGRESO EN LA ACTIVIDAD</p> <p>Actividad: Tabla de frecuencia agrupada</p> <p>Nota Quiz: 0</p> <p>Nota Evaluation: 0</p> <p>Nota Actividad: 0</p> <p style="text-align: center;">Progreso en una actividad</p>

4.5 Otros desarrollos en marcha

Gracias a la interacción que ha tenido SmartFC, han surgido mejoras y nuevos módulos que se están en desarrollo o ya terminados, a continuación los describimos:

En desarrollo:

- Plataforma web para el estudiante, SmartFC dará la opción de usarla en dispositivos móviles o computadores.
- SmartFC, en su versión 2 viene integrada con técnicas de gamificación.
- Modulo de evaluación de REA, permite al estudiante opinar sobre la calidad del contenido que el docente propone en la actividad FC, este modulo.
- Modulo de sistematización de retro-alimentación, permite al docente darle al estudiante este componente en su aplicación.



*Figura 11: SmartFC-App -
Versión 2*

Terminados:

- Modulo de evaluación de REA, permite al estudiante opinar sobre la calidad del contenido que el docente propone en la actividad FC, este modulo tiene e propósito de brindarle a docente la percepción que el estudiante tienen con su contenido, para identificar los posibles errores cometidos y mejorarlos en una próxima oportunidad. Caso de estudio realizado.
- El modulo de evaluación se mejoró, dando la opción al docente escoger el numero de preguntas que desee hacer, se aumenta otros tipos de preguntas.

4.6 Observaciones de capítulo

En este capítulo se detalló todo el desarrollo tecnológico de un ecosistema digital que parte de unas necesidades reales de distintas índole, por una parte se crea un sistema que se adapta desde una propuesta pedagógica innovadora, con el objetivo de dar una nueva opción a la comunidad educativa; y por otra parte, con el modelo tecnológico propuesto haciendo uso de las últimas tecnologías en cuanto a lenguajes de programación y base de datos se aporta una herramienta que rompe las barreras y brechas de las TIC por falta de la conectividad en las zonas rurales del país (y por que no mencionar del mundo), en especial del departamento del Cauca.

Capítulo 5

Estudio Piloto

En el presente capítulo se documenta la implementación en un estudio piloto que pretende validar los lineamientos metodológicos para la implementación del aula invertida en la educación media apoyada por el prototipo del ecosistema digital SmartFC. Para esto se realizaron cuatro pilotos, uno en la Institución Educativa Santa Catalina Laboure, de zona rural del municipio de Bolívar (Cauca), de forma presencial y en la Institución Educativa Rafael Pombo - IERP, de Popayán, Capital del departamento del Cauca, en el contexto de la pandemia del COVID 19.

En el presente capítulo se documenta aspectos del uso y el impacto de la propuesta, teniendo en cuenta los factores más relevantes que se deben tener en cuenta.

5.1 Prototipo Ecosistema Digital SmartFC

Una vez desarrollado SmartFC, se procede a realizar pruebas técnicas de laboratorio por parte del equipo de investigación (Director, estudiante de doctorado, 4 estudiantes de último semestre de ingeniería electrónica y 6 de sistemas, y 4 estudiantes de grado décimo y 1 undécimo de una institución educativa), para

asegurar que su implementación e interacción con los usuarios no tenga dificultades, a continuación se describe los elementos hardware y software usados.

5.1.1 Escenario de laboratorio

Se simula un escenario ideal, donde usamos el software Apptium, para hacer pruebas de la funcionalidad, rendimiento y recolección de métricas de todo el ecosistema.

Mediante scripts se simulan sesiones de usuarios e interacción con una actividad-FC, la cual debe reflejarse con la inserción de datos en la base de datos; en cada evento de prueba el número de usuarios de aumenta en 10. estos son los resultados:

en 4 iteraciones con 4 actividades FC, se tiene: 80 estudiantes, 1920 registros, 769 KB de almacenamiento, 4:10, 3:43, 1:32 minutos en promedio en iteraciones con REA, audio, archivos .PDF respectivamente.

Estas pruebas dan confiabilidad para llevar SmartFC a un estudio piloto en contextos reales.

5.1.2 Ecosistema digital SmartFC – Contexto Rural

Para la zona rural se configura un ambiente como lo describe la arquitectura en la capa local; se tiene:

- **Infraestructura de red:**

- ✓ Red local inalámbrica (para conexión de smartphone), y/o cableada para clientes docentes

- ✓ Configuración lógica de equipos: servidor y clientes

- **Servidor web local:** En un equipo portátil, con sistema operativo Ubuntu Server 18,04 LTS, se instala los siguientes componentes software:

- ✓ NodeJS v12.13.1

- ✓ MongoDB v 4.2.1

- ✓ Mongo Compass

- ✓ Navegador web

5.1 Prototipo Ecosistema Digital SmartFC

- **Cliente Docente y Administrador:**

- ✓ Navegador web
- ✓ Sistema operativo cliente (Windows o GNU/Linux)

- **Cliente estudiantes:**

- ✓ Smartphone con Android
- ✓ Aplicación móvil SmartFC-App

Configuración: Una vez garantizada los requerimientos hardware y de infraestructura de red, se procede hacer las configuraciones respectivas en los equipos que hacen parte del ecosistema:

- **Servidor:**

- ✓ Se instala los paquetes de SmartFC
- ✓ Asignación de dirección IP local estática (IP Servidor)
- ✓ Se inicia los servicios del servidor web y mongo DB
- ✓ SmartFC, ya tiene pre-configurado información general correspondiente al MEN: Competencias, grados, entre otras
- ✓ Con un usuario administrador se crea la IE, para que sus profesores y estudiantes la seleccionen en el momento de hacer el registro
- ✓ De esta forma el servidor (web, base de datos y repositorio REA) está listo para atender las peticiones de los clientes

- **Cliente Docentes:** Configurar SmartFC – SGAFC se hace en 3 pasos:

- ✓ Computador conectado a la red local de su IE (la misma del servidor)
- ✓ En el browser debe escribir la dirección web del servidor, generalmente tiene este formato: <http://DirIpServidor:3000/plataforma/FC/>
- ✓ Hacer registro
- ✓ Usar ecosistema

- **Cliente Estudiante:**

- ✓ La configuración de SmartFC-App se hace en 4 pasos:
- ✓ Instalación de la aplicación móvil mediante el APK (podrá descargarla del sistema web o el encargado podrá compartirla por cualquier medio)
- ✓ Una vez instalada la app, debe conectar con su servidor local, en “Conecta tu IP”
- ✓ Hacer registro

- ✓ Usar app

5.1.3 Ecosistema digital SmartFC – Ambiente en la nube:

Para este contexto, propicio para IE que cuentan con internet se procede a configurar la capa en la nube, como lo propone la arquitectura, en los

- **Infraestructura de red:**

- ✓ Red local con acceso a internet, inalámbrica para conexión de los smartphone.
- ✓ Configuración lógica de equipos: servidor y clientes

- **Servidor web en la nube:** Se cuenta con una maquina virtual alojada en el dataset de la Universidad del Cauca, con una dirección IP la cual se puede acceder desde cualquier equipo conectado a internet. Los componentes software son los mismos del servidor local

- **Cliente Docente y Administrador:** El mismo requerimiento que en la capa local

Configuración: Con los elementos físicos requeridos, se inicia la configuración lógica del ecosistema:

- **Servidor web global:**

- ✓ Puesta en marcha de la maquina virtual hospedada en el dataset
- ✓ Configuración de IP publica (IP servidor global)
- ✓ Instalación de paquetes Smart-FC, inicio de servicios web y mongo DB
- ✓ Predeterminadamente se tiene datos generales del MEN: Competencias, grados, entre otras
- ✓ El administrador de la plataforma de hacer el registro de las IE interesadas usar SmartFC de forma online.
- ✓ Así el ecosistema digital esta preparado para colocarse en producción dejando a disposición el servidor web, base de datos y repositorio para el uso de la comunidad.

- **Cliente docente:** Configurar SmartFC – SG AFC online así:

- ✓ Computador conectado internet
- ✓ En el browser escriba la URL <http://smartfc.unicauca.edu.co:3000/plataforma/FC>
- ✓ En servidor escribir la IP dada por el administrador

5.1 Prototipo Ecosistema Digital SmartFC

- ✓ Hacer el registro como docente, seleccionando su IE
- ✓ Usar ecosistema
- **Cliente Estudiante:** Configurar SmartFC-App online:
 - ✓ Instalación de la aplicación móvil mediante el APK disponible en el sitio web.
 - ✓ Luego conectar la app con su servidor en la nube, en “Conecta tu IP”
 - ✓ Hacer registro seleccionando la IE a la que pertenece
 - ✓ Usar app

5.1.4 Resultados de la implementación

Una vez instalado y configurado cada ecosistema (de capa 2 y 3) se hacen pruebas por parte del equipo de investigación simulando un escenario real de implementación, para esto se realizan las siguientes actividades:

Ambiente rural: Usando una red inalámbrica local, una vez iniciado el servidor, se accede por un computador a este y se logra establecer conexión, con un usuario administrador, se crea la IE con la que se hará el primer piloto. Luego se crea un usuario docente, con su respectiva materia. Se procede almacenar 2 REA, un taller y un video, con esto se hace una actividad FC. Con esto el ecosistema ya esta listo para que los estudiantes hagan uso de su App. Por ultimo se configura un smartphone con SmartFC-App, se establece conexión al servidor local, se hace el registro como estudiante, en la IE creada, se logra visualizar la actividad almacenada con el usuario docente. Por ultimo se revisa las iteraciones de los clientes en todo el sistema, servidor web, repositorio, base de datos y visualización de métricas.

Ambiente en la nube: Para este ambiente, se realizan las mismas actividades del anterior, a diferencia que la dirección IP usada ya no es una local, sino la IP proporcionada de la maquina en la nube, por lo cual es necesario que los clientes administrador, docente y estudiante tengan conexión a internet. En todas las interacciones son exitosas y verificables.

Con esto el ecosistema queda listo para producción y ser usado en los estudios piloto.

5.2 Estudio Piloto en instituciones educativas.

Una vez hecha todas las pruebas técnicas del SmartFC donde se tienen satisfactorios resultados, se plantea realizar varios estudios piloto, que permitan validar varios aspectos que de han planteado en esta investigación, esta sección documenta el procedimiento y resultados obtenidos. Cada estudio consta de 4 etapas, independiente del contexto que se haga: 1. Definición de población, 2. Preparación de estudio piloto, 3. Implementación 4. Análisis de resultados.

5.2.1 SmartFC en Contexto Rural

Este estudio se realizo en el municipio de Bolivar Cauca, en la IE Santa Catalina Laboure, al no contar con una buena conectividad a internet, se hace propicio para hacer es estudio aquí, Una vez se obtienen los permisos necesarios por parte de los directivos, docentes, padres de familia y estudiantes, se da inicio al desarrollo de las etapas,

Etapas 1, Población: Luego de una concertación de directivos y docentes se decide que para este estudio participaran la totalidad de los 21 docentes y los 31 estudiantes del grado 10, aclarando que la actividad a desarrollar por ellos sera del área de matemáticas.

Etapas 2, Preparación y capacitación: Se verifica que hayan unas condiciones mínimas técnicas para SmartFC, el colegio cuenta con una red local, cableada e inalámbrica, se instala y configura el servidor asignándole una IP estática para que sea accedido desde otros computadores y la App; por facilidad en el proceso de capacitación a docentes, se pre-almacenan algunos REA (Video y talleres) y diseñan algunas actividades FC. Con el docente de matemáticas se acuerda que la temática con la que se hará el piloto con los estudiantes de décimo grado es el calculo de porcentajes, para lo cual se almacena su taller y REA en la plataforma. Luego se pasa ha establecer contacto con docentes y estudiantes para capacitarlos en el uso

5.2.1 SmartFC en Contexto Rural

de las aplicaciones, Esta etapa se hace en 3 secciones, cada una con un objetivo en concreto:

Sección 1. Presentación de la propuesta, enfocada al modelo general de aula invertida y La Learning Path.

Se destaca la importancia de la colaboración que la IE esta dando a al investigación.

Sección 2. Con el objetivo de conocer aspectos del como llega la población antes de conocer SmartFC, se realiza una encuesta para identificar aspectos socio-laborales de la población docente y estudiantil.

Sección 3. El siguiente paso es ejecutar un plan de capacitación para docentes y estudiantes del manejo del ecosistema. Como estrategia se hace una presentación para dar a conocer la propuesta metodológica de implementación de Aula Invertida; el equipo de investigación se divide en 2 grupos (uno con docente y otro con estudiantes).

Docentes:

- Lugar: Sala de sistemas de la IE, se asigna un computador conectado a la red.
- Se explica los fundamentos teóricos del Aula Invertida, REA, Competencias del MEN.
- Se explica el como se propone implementar FC, mediante el diseño de actividades FC, fundamentadas en la Learnig Path, enfatizando que ésta los guiara en cada momento del antes, durante y después de cada clase.
- Se da un espacio de discusión y resolución de dudas.
- Una vez explicado los fundamentos teóricos, se presenta SmartFC – SG AFC, en una charla practica se hace la explicación del modo de funcionamiento de la herramienta, donde se menciona que la pueden usar sin internet tanto ellos como los estudiantes, de esta forma se pasa a la siguiente etapa (de implementación).

Estudiantes: Al mismo tiempo que se capacita a los docentes, el otro grupo de investigación hace lo mismo con los estudiante:

- La totalidad de los estudiantes cuentan con un smartphone apto para la SmartFC-App
- De una forma practica se explica el fundamento del aula invertida, haciendo ver la importancia de iniciar su proceso académico en casa aprovechando su tiempo libre y dando buen uso a su teléfono, para optimizar el tiempo en la clase.

- Se explica La Learning Path, donde se propone el cambio de la inversión del tiempo de hacer las tareas en casa por ver un video de su clase de 7 minutos aproximadamente, y el taller en clase; esto es lo que mas les llama la atención, manifestando que es muy importante tener a su docente al lado para solucionar las dudas que surgen.
- Se demuestra con un ejemplo el desarrollo de una actividad FC con el recorrido de cada momento de la Learnig Path y sus fase que se deben desarrollar en casa y la clase. De esta forma se sigue con la siguiente etapa.

Etapa 3. Implementación: Para esta etapa se tiene el ecosistema instalados y configurado, listo para que los usuarios lo usen; una capacitación de la propuesta del uso del aula invertida mediante La Learning Path y un reconocimiento general del ecosistema. Esta etapa tiene como fin que los docentes y estudiantes hagan uso de las herramientas, para esto se sigue con los dos grupos:

Docentes: Siguiendo con la charla practica se guiá a los docentes a realizarlas las siguientes actividades:

- ✓ Cada docente hace su registro.
- ✓ Exploración de los módulos del ecosistema (búsqueda de REA, actividades FC, diseño, uso y re-uso de actividades propias y de colegas, gestión de métricas individuales y globales), perfil.
- ✓ Una vez se familiariza el docente con la herramienta, se guiá al grupo para que cada docente diseñe una actividad FC, haciendo uso de elementos ya almacenados en el repositorio ó con sus propios REA, se hace mención que de la calidad de esta actividad depende el éxito con los estudiantes, por lo que se solicita que es importante el uso de un excelente REA; la totalidad de los docentes con el apoyo de los investigadores lograron crear una actividad.
- ✓ Se hace una revisión a la actividad que crea el docente de matemáticas de décimo grado.
- ✓ Se explica como gestionar la actividad, para que el estudiante recorra La Learning Path, según sus fases (en casa y la clase).
- ✓ Se explica como modificar la actividad almacenada.
- ✓ Se explica como re-usar una actividad de un colega ya almacenada, lo cual llama mucho la atención, o ven muy útil, por que pueden ahorrar mucho tiempo.

5.2.1 SmartFC en Contexto Rural

- ✓ En este momento, se les muestra en un smartphone con un usuario de grado 10, que lo que se acaba de crear ya es visible en la App de los estudiante.
- ✓ Se explica la gestión de dudas y respuestas de los estudiantes.
- ✓ Se explica como hacer uso del dashboard, donde se visualiza las métricas recogidas del comportamiento que cada estudiante tiene con su actividad, se muestran las métricas grupales e individuales. En este momento se hace un especial llamado de atención, puesto que es esta la herramienta que permite conocer el como el estudiante va a llegar a clase, y conocer la calificaciones que la plataforma registra. Esta sección llama la atención de los docentes, por que ven la utilidad de la herramienta para evidenciar lo que los estudiantes trabajaron en casa y que tan atentos vieron el REA.
- ✓ Se da un espacio para la exploración de la herramienta, donde se destaca el intento de almacenar REA, buscar, crear materias, perfil y revisión del dashboard.
- ✓ Se menciona que la actividad FC creada por el docente de matemáticas, sera usada por los estudiantes.

Estudiantes: Para la implementación se hace:

- Se procede ha instalar y configurar la App, se establece conexión con el servidor, se hace el registro y acceso a la actividad “Calculo de Porcentajes” del grado décimo.
- Se explican todos los módulos de la App, la forma de buscar REA, seleccionar el curso donde los docentes han propuesto actividades FC y empezar el desarrollo de una de ellas.
- Para el piloto, se explica la navegación desde su celular por la actividad.
- Se verifica que todos los estudiantes interactúen con la actividad, en especial la vista del REA. Esto se hace de forma visual y observando la captura de métricas en la base de datos.
- Se menciona que la actividad FC la pueden desarrollar en su casa, incluso sino tienen internet, pero la importancia de sincronizar su App con el servidor una vez se llegue al colegio.
- Entre los aspectos mas destacados que se nota que llaman la atención de los estudiantes:
 - ✓ La continua retro-alimentación que se propone.
 - ✓ El modulo de preguntas.

- ✓ El cambiar ver una REA por hacer el taller en clase.
- ✓ Que la App funcione sin internet.
- ✓ El sistema de calificación que se propone, donde se valora lo que se hace en casa.
- ✓ Se sienten mejor preparados para presentar la evaluación.

Etapa 4. Análisis de resultados:

- Una vez el equipo valida el manejo con la herramienta, se simula una clase con el docente de matemáticas.
 - ✓ Antes de que el docente ingrese, el equipo de investigación da un buen tiempo para que los estudiantes vean el video cuantas veces lo crean necesario, y cuando se sientan preparados se les sugiere que hagan el quiz.
 - ✓ El docente ingresa al aula de clase teniendo en cuenta que los estudiantes ya han tenido tiempo de ver el REA.
 - ✓ Antes de iniciar la clase se observa en el dashboard que todos los estudiantes hayan iniciado la actividad, hayan visto el REA y presentado el quiz.
 - ✓ empieza por preguntar si hay preguntas y resolviéndolas mediante un ejemplo.
 - ✓ Luego activa el taller, organizando grupos de trabajo, el cual se convierte en el “eje” de la clase. La dinámica de la clase se percibe diferente, pues se centra en la solución de preguntas del taller y se nota cooperación entre los estudiantes. Una vez se verifica la culminación del taller, se pregunta si se sienten preparados para una evaluación.
 - ✓ El docente activa la evaluación, la cual se toma del taller.
 - ✓ Los estudiantes presentan la evaluación sin ningún inconveniente.
- Dado que el objetivo de este estudio por cuestiones de pandemia, distancia, transporte y situaciones de seguridad. Se enfoca a validar el uso de las herramientas y conocer la percepción de docentes y profesores. Para estas validaciones se hace:
1. Se verifica que las actividades creadas por los docentes estén almacenadas en el sistema.
 2. Se verifica que todas las métricas generadas por los estudiantes estén almacenadas en la base de datos y sean visibles en el dashboard del docente.
 3. Resultado de encuesta a docentes:

5.2.1 SmartFC en Contexto Rural

Tabla 10: Uso de SmartFC - SG AFC en contexto rural

Preguntas en cuanto a la facilidad percibida del uso de SmartFC - SG AFC
Aprender a utilizar el sistema gestor de actividades fue fácil
Es fácil crear una cuenta de profesor en el sistema
Es fácil crear una actividad en el sistema
Es fácil modificar una actividad mía o de otro profesor en el sistema
Es fácil eliminar una actividad mía que ya no utilizare en el sistema
Es fácil buscar y visualizar una actividad o contenido disponibles en el sistema
Es fácil buscar y visualizar las métricas de una actividad en el sistema
La interacción con el sistema es clara y entendible
Encuentro que el sistema es fácil de usar
El sistema responde de forma correcta y sin problemas a las acciones que hago
Preguntas en cuanto la utilidad e intención de uso de SmartFC - SG AFC percibida
Creo que usar las actividades creadas en el sistema pueden ayudar a motivar a mis estudiantes
Creo que usar las actividades creadas en el sistema pueden ayudar a aprender y entender mejor los temas de la materia a mis estudiantes
Creo que la estructura y contenido de las actividades creadas en el sistema son completas y organizadas para usar
Creo que modificar o reutilizar actividades ya realizadas en el sistema ayuda y facilita la preparación de clases en menos tiempo
Creo que el sistema brinda los datos necesarios sobre el progreso de los estudiantes en la actividad
Creo que el sistema podría ayudar a ser más interactivas mis clases
Creo que el sistema podría ayudarme a implementar el modelo FC en mis clases

Síntesis de resultado:

Para cada pregunta que mide la facilidad de uso, el mayor porcentaje de los docentes respondieron estar “de acuerdo” y “totalmente de acuerdo”, en la facilidad de usar el SG AFC. 94% responden que el sistema es útil y facilita la implementación de La Learning Path.

4. Encuesta a estudiante, el objetivo es medir la facilidad de uso y utilidad que le ven a SmartFC-App:

Tabla 11: Uso de SmartFC-App en contexto rural

Preguntas en cuanto a la facilidad percibida del uso de SmartFC-App
Aprender a utilizar SmartFC-App fue fácil?
Fue fácil conseguir que la aplicación muestre la información sobre las actividades (Antes; durante y

después de la clase)?
Fue fácil conseguir que la aplicación muestre la información de perfil del estudiante.
Fue fácil visualizar e interactuar con la actividad en condiciones de baja conectividad después de haberla descargado previamente?
Fue fácil acceder al contenido REA desde la aplicación?
Mi interacción con la aplicación es clara y entendible?
Fue fácil de interactuar con la aplicación?
Los componentes de la aplicación son claros e intuitivos
Preguntas en cuanto la utilidad e intención de uso de SmartFC-App percibida
La aplicación permitió ver rápidamente el contenido temático del cual iba a tratar a clase?
La aplicación permitió ver mi progreso dentro de la actividad?
La aplicación permitió acceder al registro histórico de notas de manera rápida?
La aplicación facilita acceder a los contenidos o a información propia de la temática de la clase?
La aplicación permite realizar mis labores académicas de manera mas fácil?
La aplicación aumenta mi motivación académica?
La aplicación permite comprender mejor los conceptos de la clase?

Síntesis de resultado:

Para cada pregunta que mide la facilidad de uso, el mayor porcentaje de los estudiantes respondieron estar “De acuerdo” y “Totalmente de acuerdo”, en la facilidad de usar la Aplicación. 87,1% le gustaría seguir utilizando la app y el 90% le gustaría que se use en otras áreas.

En este estudio se concluye que el prototipo propuesto funciona de forma correcta en un contexto desconectado, hay buena acogida por parte de los estudiantes y docentes, les fue fácil usarlo y lo ven de gran utilidad para aplicar FC.

5.2.2 SmartFC en Contexto Urbano

En esta sección se documenta todo el piloto y estrategias usadas, en 4 etapas, similares al caso anterior pero con algunas profundas diferencias.

El estudio piloto por el cual se pretende dar respuesta a la hipótesis de esta investigación se hace en la IERP, de carácter público, donde se atiende a una población mayormente de los estratos socio-económicos 1 y 2, con un alto

5.2.2 SmartFC en Contexto Urbano

porcentaje de estudiantes con dificultades de conectividad. Esta investigación se vio forzada a hacerse en el marco de la pandemia del COVID-19, en el cual no se tuvo acceso presencial a los estudiantes, de esta forma se implementaron estrategias para el acceso a las herramientas con la colaboración del área de Tecnología e Informática -TI, Directivos y docentes de matemáticas.

Contexto: La población estudiantil antes de la pandemia, solo el 40% tenían acceso a internet, para el momento de este estudio (octubre de 2021), muchos padres de familia se vieron obligados a tener un gasto no presupuestado para tener una forma de conectividad, subiendo al 80% (30% contrato con empresa de telefonía, el 50% con acceso por telefonía celular: 20% plan pos-pago y 30% prepago); el 20% restantes lo compartían con algún vecino o la institución ayudó con una SIM Cards de datos. En cuanto el acceso a dispositivos tecnológicos se tiene: antes de pandemia / en pandemia: Smartphone (80% / 100%), Tableta (20% / 30%), computador (25% / 40%). De esta forma se ve un contexto propicio para colocar en marcha el ecosistema, la cual garantiza a los estudiantes no estar conectados todo el tiempo a internet para que puedan desarrollar su actividad FC.

Etapas 1. Definición de población: Si bien como objetivo se tiene solo a la educación media (grados décimo y once), por petición de directivos y docentes luego de la capacitación de Smart-FC se incluye a estudiantes de la básica secundaria de los grados octavos y novenos; en cuanto a los docentes, se incluyen a todos (24) en el plan de capacitación y los 3 directivos. Los grupos tienen la siguiente cantidad de estudiantes:

Curso 8A= 32, 8B=32, 9A=40 , 9B=41, 10A=34, 10B=34, 11A=30 y 11B=30, para un total de 273 estudiantes. Equivalentes al 100% de la población de sus respectivos cursos.

Etapas 2. Preparación y capacitación de estudio: Al ser un contexto no presencial el estudio piloto se convierte en un reto y se considera de mayor esfuerzo para que sea un éxito. La preparación conlleva el uso del ecosistema ya implementado en la nube, por tanto se busca que al pasarlo a producción se haga con las verificaciones que garanticen su correcto funcionamiento, es así que antes de hacer experimento con el área de matemáticas se decide hacer un pre-alistamiento con el área de TI, puesto que el docente cuenta con la experiencia y manejo del ecosistema, con esto se hacen todas las pruebas de funcionamiento real de los usuarios.

Es de mencionar que gracias a la acogida que ha tenido SmartFC, se ha tenido el apoyo de diferentes entidades: Fundación Universitaria de Popayán, Secretaría de Educación Municipal de Popayán - SEMP, IERP y Universidad del Cauca; para alimentar el repositorio de REA y actividades FC, de esta forma se logró ganar 2 proyectos internos de semillero de investigación y 2 de convocatoria de la SEMP (registrados en Colciencias); con esto se ha logrado el desarrollo de aproximadamente 50 REA con sus respectivas actividades para el área de matemáticas, desde los grados sexto a undécimo, lo que facilitó el estudio piloto. Estos REA tienen una estructura metodológica y de calidad aprobada por los docentes del área, con el animo de garantizar que los que se publique sea de confianza para los usuarios. También se tienen unos REA del área de informática usados precisamente para enseñar a usar SmartFC-App a los estudiantes.

Se crea la IE en el ecosistema, el cual es integrado (o enlazado) desde la pagina web institucional.

En esta fase el docente de TI crea un REA y una actividad FC (Usar SmartFC) para usarlo capacitación.

Capacitación: El proceso es similar al explicado en el contexto rural, a diferencia se hace por la plataforma de video conferencia de la institución, entre los aspectos a resaltar se tiene, se divide en 2 secciones (2 momentos diferentes)

Sección 1: Capacitación inicial, Registro, exploración y Manejo de plataforma:

Docentes:

- Encuesta de diagnostico.
- Registro de docentes.
- Exploración.
- Aclaración de dudas.
- Validación de métricas, luego “familiarizar a los docentes con la herramienta” se hace una encuesta de percepción, utilidad de la herramienta y validación de las métricas propuestas.
- Con los directivos y docentes de matemáticas de los grados 6, 7, 8, 9, 10 y 11 se hace otra sección para implementar las actividades FC a usar, al punto que estos adquieren la destreza de la gestión de todos los módulos, en especial de SG AFC e interpretación de las métricas en el dashboard.

Estudiantes:

5.2.2 SmartFC en Contexto Urbano

- En el espacio que el área TI tiene, se hace una reunión virtual con los estudiantes de los grado 7 a 11 y padres de familia, con una duración de 1 hora cada reunión por grado, donde se les explica la metodología FC, se les enseña a descargar (desde el sitio web o se les enviá el .apk por WhatsApp) e instalar.
- Se proyecta el REA en pantalla donde se les enseña el manejo de la app: Conexión al servidor, registro, cursos, acceder y desarrollar una actividad, enviar dudas, ver REA, perfil, métricas y sincronizar.
- En el transcurso de la reunión se explica el paso a paso para que los estudiantes hagan el registro.
- Una vez se ven los registros en la base de datos, se guía una exploración y se les pregunta si logran ver una “Materia”, a lo que la mayoría responden que solo ven TI (recordar que por el momento es la única).
- Se indica la exploración de la materia y la actividad “Usar SmartFC”, de forma tal que se llegue hasta el momento MB3 (ver el REA) y cuando se quiera presentar el quiz (preferiblemente uno o 2 días antes de la clase). Se da un tiempo de aproximadamente 10 minutos durante la reunión, para que los estudiantes exploren la aplicación, dando la opción al estudiante de compartir pantalla si se tiene alguna duda. En este ejercicio aproximadamente 10 estudiantes hicieron preguntas las cuales se resolvieron de forma practica.
- Se pregunta a los estudiantes si hay alguna dificultad con el manejo de la app, en su mayoría manifiestan que esta “fácil” su manejo.
- De esta forma, desde esta área se deja la primera activad FC con el objetivo que el estudiante se familiarice, dejando 8 días para la clase.
- Luego de terminar la capacitación, se verifica que las métricas generadas por los estudiantes en esta actividad se estén almacenando en la base de datos y sean visible en el dashboard.
- El desarrollo de esta actividad FC se documenta e la fase de implementación

Sección 2: Alistamiento de docentes del área de matemática:

Dado que para la investigación propuesta en el estudio piloto es fundamental la entera disposición de los docentes implicados, de la primer sesión de capacitación decide hacer específicamente otra con estos.

En esta participan 23 directivos y los 3 docentes del área de matemática del bachillerato. En la sesión se hace:

- Para este momento el equipo de investigación cuenta con un grupo de producción de REA.
- Los docentes deciden hacer sus propios contenidos con el equipo de producción, lo que permite seguir los parámetros establecidos, esto da como resultados los siguientes REA (video y su respectivo taller en .pdf):
 - ✓ Grado sexto: Grado Operaciones relacionales y Operaciones de fraccionarios.
 - ✓ Grado séptimo: Operaciones relacionales y Proporcionalidad
 - ✓ Grado octavo: Polinomios por monomios y polinomios por polinomios.
 - ✓ Grado Noveno: Sucesiones Aritméticas 1 y 2
 - ✓ Grado décimo: Funciones trigonométricas 1 y 2, además de la materia de estadística se tiene un REA de tabla de frecuencias
 - ✓ Grado undécimo: Desigualdades y Cálculo de límites-forma indeterminada 0/0
- Con esto se concluye la fase de alistamiento y capacitación

Etapas 3. Implementación:

Es la etapa más ardua de toda la investigación, por el trabajo técnico que implica, por la tensión que se vive por la pandemia, la gran responsabilidad que se ha adquirido con toda una IE, en este momento se está haciendo un cambio de paradigma, recordar que el primer cambio se está dando, del pasar de la presencialidad a la virtualidad (o trabajo remoto), donde el principal medio es el WhatsApp para envío de guías de aprendizaje y una clase por video conferencia diaria; donde la metodología es: Dar la clase virtual, dejar un taller, y por último una evaluación; como se ve, se siguió aplicando la taxonomía de Bloom, pero ahora con mayor dificultad para el estudiante. Bajo este panorama, FC se vislumbra como una excelente y necesaria opción para la comunidad educativa, y es que cuando se habla de comunidad, ya no solo es el profesor y docente, aquí entra a cumplir una función muy importante el padre de familia, pues prácticamente gran porcentaje de la educación de sus hijos re-cayó en ellos. Uno de los principales inconvenientes y dificultades que los padres manifestaban a las IEs, precisamente fue el mal uso que los estudiantes daban al tiempo libre, aludiendo al material que se enviaba y por que el celular se estaba convirtiendo en un arma de doble filo, puesto que no solo se usa

5.2.2 SmartFC en Contexto Urbano

para lo académico sino para el ocio (juegos, redes sociales, chat en exceso). Entonces si bien la no presencialidad es una dificultad para esta investigación, el momento COVID-19 convierte a SmartFC en una oportunidad para tratar de aliviar las presiones que hay en el contexto educativo; pues La Learning Path esta pensado para cambiar el modelo tradicional, el uso del tiempo libre, el buen uso del smartphone, auto-solución de dudas, resolución de dudas, disciplina, auto-regulación, responsabilidad y motivación; donde siempre el estudiante tiene claro que su “negocio” es el compromiso de ver cuantas veces sea necesario el REA antes del encuentro con su docente y a cambio lo tendrá a sus disposición para resolver la tarea en su propia clase. Teniendo claro este contexto y sabiendo que con esfuerzo de padres y directivos en gran porcentaje o por no decir todos los estudiantes de la IE tienen como conectarse a internet así sea al menos por poco tiempo, se procede con el verdadero reto de este estudio, la implementación de SmartFC con el objetivo de verificar si esta propuesta realmente ayuda a mejorar el rendimiento de la dimensión cognitiva de las competencias matemáticas.

Al ser un estudio piloto relativamente grande, con muchas variables por controlar, personas con diferentes roles y sobre todo que no se tiene contacto físico, se ejecuta un plan de acción, donde se prioriza la motivación e incentivación al estudiante, pues se esta en el ultimo periodo donde en su mayoría se quiere obtener buenas calificaciones bien sea para aprobar o mantener en alto el promedio de las materias, y es que hablamos de las materias, por que se integra totalmente el área de TI al experimento. La implementación se desarrolla en las siguientes intervenciones: **1.** Actividad FC “Usar SmartFC”, **2.** Actividad FC “Tabla de frecuencia” y **3 y 4.** Estudio piloto. La 1 y 2 prácticamente se toma como una preparación para los estudiantes, la cual esta a cargo el docente de TI y estadística; para la 3, se entendería que los estudiantes ya se encuentran algo familiarizados con el modelo y la herramienta; sin embargo en las 3 intervenciones se tienen resultados del experimento.

Intervención 1. Actividad FC “Usar SmartFC” del área TI, en los grados séptimo a undécimo:

- En la etapa anterior, el docente de TI en la primer socialización de SmartFC, empezó el proceso de capacitación con los estudiantes y asume esta actividad mediante el mismo ecosistema.

- Características del REA: Es un video tutorial de 7:40 minutos, bajo un diseño instruccional, su objetivo es enseñar todo el manejo de SmartFC-App.
- Distribución: El REA se coloca a disposición de los estudiantes por los medios de comunicación institucionales: WhatsApp, pagina web, enlace a SmartFC y por su puesto en la App.
- En los 8 días que se deja la actividad se dan los siguientes reportes:
 - ✓ Registro: A los 3 días de la actividad el 70% de los estudiantes lo han hecho, faltando el 30%, se inicia una campaña de divulgación e intensivos de notas por medio de correo electrónico, pagina web y grupos de WhatsApp. A los 5 días se confirma que el 100% queda registrado.
 - ✓ El desarrollo de esta actividad por grado se sintetiza en la tabla No. 12 del registro en el dashboard según La Learning Path, (nótese registro de conexión antes de iniciar la clase virtual).

La metodología usada para el desarrollo de la clase virtual (**110 minutos** aproximadamente), con el equipo de investigación como apoyo técnico; el docente la plantea:

- ✓ A partir de la recopilación de preguntas hechas por los estudiantes, respecto al uso de la App (**15 minutos**). Una vez solucionadas, se pregunta si es necesario que se haga una demostración de uso, a lo cual los estudiantes en la mayoría de los grados responde que si, antes de esto se vuelve a explicar de forma “rápida” el concepto de FC, Learning Path y la importancia de iniciar el proceso en su casa y que haya tiempo en la clase para resolver dudas y hacer los talleres con el apoyo de su profesor. Compartiendo en pantalla SmartFC-App se inicia una navegación, solicitando a los estudiantes que hagan lo mismo, el fin es llegar al MD4 (Descargar el taller). Siempre atento a preguntas o posibles inconvenientes. Se debe manejar estratégicamente las instrucciones y los tiempos (**10 minutos**), pues los estudiantes deben hacer lo que se les instruye en pantalla. Atentos al registro del comportamiento de los estudiantes, el dashboard informa que efectivamente gran porcentaje empiezan a descargar el taller propuesto para la clase, al igual se identifica los que no presentan reporte, para lo cual se empieza a individualizar y dar apoyo.

Instrucción Vs Practica empieza a dar resultado, una vez se comprueba que todos han descargado el **taller** (se basa en preguntas practicas de uso de la herramientas),

5.2.2 SmartFC en Contexto Urbano

se propone se solucione en pequeños grupos, de forma libre; para los cuales se designa un tiempo de dos a tres minutos para verificar su desarrollo, de esta forma se logra que el docente haga entre 2 a 3 interacciones por grupo (**50 minutos**). Una vez finalizado el tiempo para su solución, se logra que el 100% de los grupos terminen la solución del taller. Antes de pasar al siguiente momento, se hace una retroalimentación general y se da un espacio para resolución de dudas (**5 minutos**). Se pregunta que si se sienten preparados para demostrar su habilidad en el manejo de la App, para la cual en su mayoría responden que si.

Es el momento que mediante el SG AFC, se active la evaluación, el cual el docente demuestra como ingresar y solicita que se haga (**5 minutos**). Ésta se hace en relación al taller y REA. En este momento los estudiantes empiezan a dar respuesta al cuestionario propuesto, el equipo de investigación atento a la base de datos y el dashboard del docente. Los resultados se registran uno a uno. Aproximadamente se invierten **15 minutos**.

De esta forma se han invertido 100 minutos, los **10** faltantes se usan para dar un espacio de retro-alimentación tanto del taller como de la evaluación. Al mismo tiempo que se les informa que el área de matemáticas aplicara la misma estrategia para sus próximas actividades.

- ✓ Para finalizar la clase se solicita el registro de una encuesta de percepción, con el fin de conocer su opinión.
- ✓ En la siguiente etapa se analizan los resultados obtenidos.

Tabla 12: Actividad FC - Usar SmartFC

Grado	MB1 Iniciaron la actividad (%)	MB2 Vieron al menos 1 vez el REA (%)	MB3 Respondieron al Quiz (%)	conectados en clase (%)	# de preguntas	MD4 Descargaron el Taller (%)*	MD5 Presentaron la evaluación (%)*
Séptimo	80	80	79	90	10	100	100
Octavo	85	85	85	92	5	100	100
Noveno	93	93	92	95	8	100	100
Décimo	95	95	95	97	3	100	100
Undécimo	98	98	98	99	2	100	100

* Porcentaje respecto a los estudiantes conectados

Intervención 2. Actividad FC “Tabla de frecuencia” asignatura Estadística, área Matemáticas, en 2 cursos del grados décimo, con 69 estudiantes (10A, 34 y 10B 35)

Para esta actividad, los estudiantes ya han desarrollado un actividad FC, en el área TI, por lo tanto se repite los mismos procesos de la sección anterior, previo análisis en las mejoras que se puedan hacer. Gracias al aporte de un docente universitario (Fernando Muñoz) y el equipo de producción se crea el REA “Tabla de Frecuencia” – y con el docente de estadística se diseña la actividad FC, la cual se sincroniza con la app para los estudiantes de este grado, 8 días antes del encuentro virtual. La síntesis del piloto se describe según las fases de La Learning Path:

Fase 1 – El Antes: El 60% de los estudiantes ven el video entre los primeros 4 días, el 20 % los días 5 y 6, y el otro 20% lo ven un día anterior a la clase, en promedio el número de veces que un estudiante ve el video es entre 2 a 4 veces. Al día 7 el 80% de los estudiantes han presentado el quiz, el 20% lo presentan unas horas antes de la clase, se verifica que un gran porcentaje los estudiantes responden de forma asertiva el quiz. 30 estudiantes hacen preguntas por la app, que son respondidas por el docente, estas son material para el desarrollo de la clase. Toda esta información es visible al docente mediante el Dashboard del SG AFC. antes de iniciar la clase el grupo de investigación se reúne con el docente, haciendo un análisis del comportamiento que los estudiantes han tenido con la aplicación, concluyendo que el 100% de los estudiantes ha visto el video y que han respondido el quiz de buena forma, el docente a este momento ya es consciente que recibirá a sus estudiantes con un gran contenido ya visto en su casa; así que debe plantear actividades diferentes a la clases anteriores (tradicional), tratando de hacer su clase en base a las dudas y el taller práctico a desarrollar.

Fase 2 – El durante - Encuentro virtual (clase): Es una clase que se planea para **110 minutos**, en un encuentro para 10A y otro para 10B. Es el momento más esperado por el docente y el grupo de investigación, por primera vez se hace un cambio a la metodología tradicional para esta asignatura, lo cual causa mucha expectativa y más con la presión que genera la pandemia. Esto es lo que se vivió: El docente empieza por felicitar a los estudiantes, es un gran logro que todos hayan visto el video. Los estudiantes vía chat u oral dan comentarios muy positivos de la

5.2.2 SmartFC en Contexto Urbano

aplicación y el video. El docente inicia explicando el tema de una manera muy rápida y general, y dando respuestas a las preguntas hechas por los estudiantes, esto duró aproximadamente **20 minutos**. Activa la plataforma para que los estudiantes descarguen el taller, este será la materia para el desarrollo de la clase; todos los estudiantes manifiestan haberlo descargado en su app, de igual forma es compartido en pantalla. El taller consta de un ejercicio donde se abarca toda la temática del video, el objetivo es que en este encuentro todos los estudiantes logren su desarrollo. Por estrategia y gracias al dashboard, el docente organiza 7 grupos de 5 estudiantes así: 3 que hayan visto el video los primeros 4 días, 1 en el 5to y 6to, 1 en 7mo día. Los estudiantes inician el desarrollo del taller, el docente empieza a pasar por cada grupo, dedicando aproximadamente 3 minutos, 3 o 4 veces; los estudiantes tienen la oportunidad de hacer preguntas a otros grupos. Se invierte **60 minutos**, a este tiempo todos los grupos logran desarrollar el taller. Luego se da un espacio general para terminar de resolver algunas dudas que han quedado del taller, se nota la participación activa de los estudiantes, pues el docente deja que ellos contesten las preguntas. El docente pregunta si hay dudas antes de activar la evaluación. Es de mencionar que ésta se basa en el taller, se activa la evaluación, los estudiantes inician a desarrollarla en la aplicación, y el equipo de investigación observa los registros en la base de datos y el docente en el dashboard, en promedio se tardan entre **10 a 20 minutos**.

Fase 3- El después: Los **10 minutos** restantes el docente los usa para dar la retroalimentación del taller y la evaluación. Y el momento esperado por todos, el último que plantea la metodología que propone el grupo de investigación, la reflexión de la actividad FC: se observa detenidamente el dashboard el rendimiento y comportamiento que los estudiantes tuvieron con la actividad, es grato los resultados, y el comentario del docente, es de satisfacción, menciona que es la primer vez que todos los estudiantes ganan una evaluación y el grupo se califica en los rangos de alto y superior (notas por encima de 4,0 de 5,0). El análisis detallado del rendimiento académico se analiza en la siguiente etapa.

Intervención 3 y 4. Actividades FC “Matemáticas” en grados octavos a undécimo:

Esta sección documenta la implementación del estudio piloto que permite validar o refutar la hipótesis de nuestra investigación: Aplicar la estrategia de aula invertida soportada en una solución telemática puede mejorar el rendimiento de la dimensión cognitiva en educación media en entornos de baja conectividad. A continuación se describe el proceso realizado:

- Como el objetivo principal es validar si al aplicar la propuesta de La Learning Path para FC en la educación media mejora el rendimiento de la dimensión cognitiva de las competencias matemáticas, se tienen en cuenta los siguientes aspectos:
 - ✓ El experimento se realiza en el cuarto periodo académico (ultimo), en el cual se tienen 3 notas, para la nota 1 (n1) se obtiene con metodología tradicional (no hay ningún tipo de intervención), a partir de la segunda se hace la intervención de la siguiente forma:
 - ✓ Dado que cada grado tiene 2 cursos (A y B), y hay 2 actividades FC por grado creadas por sus docentes, se decide hacer 2 intervenciones, de forma tal que permita validar y comparar los resultados académicos.
 - ✓ **Intervención 3:** Para la nota 2, se toma como grupo de control los cursos B y experimental los cursos A. Esto es, para la actividad FC 1, se inicia con los A; mientras los B, realizan la misma actividad académica, pero con la metodología tradicional.
 - ✓ **Intervención 4:** Para la nota 3, se toma como grupo de control los cursos A (tradicional) y experimental los B (actividad FC 2).
 - ✓ En estas dos intervenciones, se tiene dos notas académicas correspondientes a las dos actividades en las que se interviene (n2 y n3).
 - ✓ De esta forma con n2 y n3, permite comparar el rendimiento académico tanto de los grupos de control Vs experimental, y de un mismo curso con la actividad desarrollada de forma tradicional Vs la actividad FC.
- A todos los grupos se les informa que de las dos actividades FC, con cada curso se desarrollará una, tal cual se estableció.
- Los grupos de control abordan una actividad académica tal cual el modelo tradicional del docente, esto es: El día del encuentro se envía una guía de actividades en un documento .pdf, se hace un encuentro síncrono donde se explica la temática y se deja un taller para luego ser revisado y evaluado en la próxima clase, práctica-

5.2.2 SmartFC en Contexto Urbano

mente es lo mismo que se hace en la presencialidad, a diferencia que por la pandemia no se asiste al salón de clase sino a un encuentro virtual.

- A los grupos experimentales se les informa 8 días antes que la actividad FC esta disponible en SmartFC-App, invitándolos a empezar su proceso desde casa, que escriban las preguntas que les surjan, vean el REA las veces necesarias.
- Se les incentiva con una nota para el área de informática, además que el 50% de toda la actividad la pueden obtener solo viendo con atención el video y respondiendo el quiz (“o reto”) desde su casa. (esto llama mucho la atención del estudiante, pues se empieza a sentir que lo que antes era “aburridor” por tener que hacer el taller, ahora se cambia por ver un video corto y que además se les vale como nota).
- Para la implementación de La Learning Path FC, se tiene en cuenta la experiencia que ya se obtuvo en las actividades FC de TI y estadística, por lo cual se trata de seguir los criterios y tiempos de esta ultima. De forma sintética la figura 12 se visualiza en una línea de tiempo la experiencia en las 2 actividades FC, desde el desarrollo del estudiante:

Learning path – Flipped Classroom <- Feedback ->								
Antes (Before)			Durante (During)			Después (After)		
	MB 1	MB 2	MB3	Taller (MB4)		Evaluación (MB5)	Retroalimentación (MB6)	Reflexión Actividad(MB7)
Tiempo →	8 días antes			20 Minutos	60 Minutos	20 Minutos	10 Minutos	
Acción →				Inicio de clase, explicación de temática y solución de preguntas	Desarrollo de taller en 5, 6 ó 7 grupos de 5 estudiantes. El docente dedica 3 minutos; 3 o 4 veces	En promedio la evaluación la hacen en 10 a 15 minutos	Se hace la retroalimentación del taller y evaluación, se deja la actividad disponible para que los estudiantes de forma voluntaria accedan a ella.	El docente y equipo de investigación evalúan los resultados con ayuda del dashboard y registros de la BD

Figura 12: Figura 4: Learning Path Vs El tiempo

- El análisis de resultados de implementación y académicos con el estudio piloto se hace en el próximo sub-capítulo.

5.3 Resultados de estudio Piloto

En esta sección se documenta los resultados obtenidos con la aplicación de La Learning Path en las intervenciones anteriores, para la 1 y 2 ya se documentaron algunos resultados en cuanto al comportamiento que los estudiantes tuvieron. Para este análisis se tiene en cuenta que gracias al diseño del ecosistema digital propuesto, pensado en hacer uso de la analítica del aprendizaje, es posible tener resultados tanto del comportamiento como lo académico que el estudiante tiene con las actividades FC, desplegados de forma “fácil” en el dashboard del docente.

Es así que a continuación dedicamos este apartado a analizar los resultados comportamentales y académicos de las actividades FC, de forma tal que no orienten a la confirmación o refutación de la hipótesis planteada, teniendo en cuenta que en la intervención 1 y 2, se realizaron más con el propósito de adaptación a la propuesta que con fines académicos.

Tener en cuenta: El sistema de evaluación de la IERP, determina unos rangos para clasificar el nivel en el que se encuentra un estudiante, respecto a sus notas o calificaciones académicas, las cuales son el reflejo de su rendimiento académico ó desempeño; se califica de 1,0 a 5,0; siendo 1,0 a 2,9 Desempeño Bajo; 3,0 a 3,9 básico; 4.0 a 4.5 Alto y 4,6 A 5,0 Superior.

5.3.1 Resultados Intervención 1. Actividad FC “Usar SmartFC”

De esta intervención, con ayuda del docente TI de los grados séptimo a undécimo, con el ánimo de observar si hubo algún cambio en lo académico, se calcula la Ganancia del Rendimiento Académico -GRA (tomado como la medición o calificación de una actividad académica) de la nota de la actividad FC, con el promedio de las 2

5.3 Resultados de estudio Piloto

notas anteriores que el docente ya tenía, en la siguiente tabla se muestra el promedio por curso de las 3 notas:

GRA-FcvsProm: Ganancia en el Rendimiento Académico, FC Vs Promedio de Nota N1 y N2

Tabla 13: Rendimiento Académico TI Vs Actividad FC

Grado	Numero de Estudiantes	Nota 1	Nota 2	Promedio N1 y N2	Actividad FC	Diferencias	GRA-FCvsProm
7A	35	3,8	3,9	3,85	4,4	0,55	11,0%
7B	35	3,7	3,8	3,75	4,2	0,45	9,0%
8A	32	4,2	4	4,1	4,5	0,4	8,0%
8B	32	4,1	4,3	4,2	4,5	0,3	6,0%
9A	40	3,7	4,1	3,9	4,5	0,6	12,0%
9B	41	3,6	3,7	3,65	4,2	0,55	11,0%
10A	34	4,1	4	4,05	4,5	0,45	9,0%
10B	34	3,8	4,1	3,95	4,4	0,45	9,0%
11A	30	4,1	4	4,05	4,6	0,55	11,0%
11B	30	4	3,8	3,9	4,6	0,7	14,0%
Promedio de ganancia de Rendimiento Académico modelo Tradicional Vs FC							10,0%

* Porcentaje calculado de los estudiantes que participaron en el experimento

Análisis: La primer intervención que los estudiantes tienen con SmartFC, muestra resultados optimistas, en lo 10 cursos hay Ganancia del Rendimiento Académico - GRA, en unos mas que otros, es interesante notar que todos los cursos quedaron en el nivel Alto, los cursos que muestran mejor resultado son 7A, 9A y 9B con una GRA mayor al 10%; el resto de cursos en promedio obtuvieron aproximadamente una GRA del 9%. En promedio se obtiene una GRA del 10%; esto significa que con La Learning Path, los estudiantes aumentaron 0,5 puntos (del rango de 1,0 a 5,0) en su nota académica.

Respecto a la percepción de los estudiantes del uso de La Learning Path apoyado por el ecosistema digital , se destaca la facilidad de uso de la aplicación, la utilidad al apoyo educativo y deseos de seguir usándola.

En conclusión, esta primer experiencia deja una buena sensación tanto el la percepción con la que los estudiantes acogen la propuesta, como el panorama que muestra la mejora del rendimiento académico.

5.3.2 Resultados Intervención 2. Actividad FC “Tabla de Frecuencia”

Esta es la segunda experiencia que se hace con los estudiantes de grado décimo, en el área de Estadística, con 68 estudiantes de décimo A y B, en cuanto su rendimiento académico se tiene; se hace una recolección del histórico de los promedios de todo el año, por periodo y la nota 1 del cuarto periodo, tabla 14.

Tabla 14: Rendimiento Académico Estadística - Tradicional Vs FC

Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Nota Final	Nota1-Periodo4	Nota 2 Periodo4 - FC
3,5	3,6	3,6	4,2	3,7	3,8	4,5

se puede evidenciar que los periodos 1 a 3, tuvieron un promedio de 3,6 (desempeño básico), se destaca la nota 2 (intervención FC) con una nota de 4,5 (desempeño superior), de la cual se puede afirmar: En comparación al promedio de los 3 primeros periodos, el rendimiento académico es un 18% mejor; respecto a la nota 1 del periodo 4 (tradicional) es un 14% mejor; esto hizo que el periodo 4, aumentará en promedio un 12%, ubicándolo en un rango de desempeño alto; y respecto a la nota final de todo el año se tiene un 16% de aumento. En conclusión se puede afirmar que gracias a la intervención de FC y el REA, el rendimiento académico aumentó considerablemente.

5.3.3 Resultados Intervención 3 y 4. Estudio piloto en el área matemática

Para este estudio se recolecta información que pueda darnos pista de la influencia que la propuesta de La Learning Path tenga en las competencias cognitivas, desde el punto de vista del rendimiento académico en el área de las matemáticas. A continuación se da a conocer el resultado del experimento realizado con los estudiantes desde el grado octavo a undécimo, toda la información es abstraída gracias a las técnicas de la analítica del aprendizaje implementadas en SmartFC:

Tabla 15: Identificación del comportamiento en la actividad FC

Grado	No. de Estudi	MB1 Iniciaron la actividad (%)	MB2 Vieron al	MB3 Respondi	conectado s en clase	# de preguntas	MD4 Descargar	MD5 Respondi	Promedio Vistas
-------	---------------	--------------------------------	---------------	--------------	----------------------	----------------	---------------	--------------	-----------------

5.3 Resultados de estudio Piloto

	antes		memos 1 vez el REA (%)	eron al Quiz (%)	(%)		on el Taller (%)*	eron la evaluación	REA
8A	32	90	100	100	100	5	100	100	3,2
8B	32	95	100	100	100	6	100	100	2,8
9A	40	97	100	100	100	4	100	100	3,1
9B	41	94	100	100	100	3	100	100	3,1
10A	34	95	100	100	100	12	100	100	2,9
10B	34	95	100	100	100	10	100	100	3,2
11A	30	100	100	100	100	8	100	100	2,8
11B	30	100	100	100	100	9	100	100	2,5
								Promedio:	3,0

* Porcentaje calculado de los estudiantes que participaron en el experimento

Análisis del rendimiento académico en el área de matemáticas:

En este estudio piloto realizado para colocar en prueba La Learning Path, acompañado de un ecosistema digital que rompe las barreras y trata al máximo de disminuir las grandes brechas tecnológicas entre los diferentes contextos geográficos y socio-económicos existentes en nuestro país, departamento, municipio e incluso en las mismas IE urbanas. En este apartado se documenta los resultados académicos obtenidos en un experimento donde hubo la necesidad de intervenir todas las variables que implica un escenario educativo (padres de familia, estudiantes, docentes y directivos), mas aun en un tiempo donde mas se estaba pensando en “no contagiarse de COVID-19” por la difícil situación de la pandemia.

Como el propósito es recolectar información de la dimensión cognitiva matemática de los estudiantes, para poder comparar sus resultados en un contexto de educación tradicional Vs la propuesta de aplicación de aula invertida, el experimento diseñado se hace con aproximadamente 273 estudiantes, 3 directivos y 4 docentes del área de matemática, permitiendo:

1. Recolección del promedio de notas académicas de los 4 periodos académicos.
2. Nota 1, del periodo 4.
3. Intervención en cursos A, con actividad FC.
4. Intervención en cursos B, con actividad FC.
5. Comparar el rendimiento de la dimensión cognitiva matemática entre los cursos A y B, en las notas 2 y 3 (n2 y n3), teniendo en cuenta que para n2, los grupos de

control son los cursos B y el experimental son los cursos A. Para n3, los grupos cambian.

6. Comparar el rendimiento de la dimensión cognitiva matemática de los estudiantes de un mismo curso en la nota 2 y 3, una con actividad pedagógica desarrollada de forma tradicional y otra con una actividad FC.

Haciendo uso de un análisis estadístico de **Prueba T: Dos muestras asumiendo varianzas iguales**, el planteamiento de dos hipótesis nula y su correspondiente hipótesis alternativa para refutarla o aprobarla en cada experimento o instancia de aplicación, (teniendo en cuenta los ítem 5 y 6):

H0 (1): No hay diferencia en el promedio de calificaciones del grupo que desarrolla actividad de aula invertida y el grupo que las desarrolla de forma tradicional.

H1 (1): Hay diferencia en el promedio de calificaciones del grupo que desarrolla actividad de aula invertida y el grupo que las desarrolla de forma tradicional.

H0 (2): No hay diferencia en el promedio de calificaciones de una actividad desarrollada con aula invertida y una actividad desarrollada de forma tradicional en el mismo grupo.

H1 (2): Hay diferencia en el promedio de calificaciones de una actividad desarrollada con aula invertida y una actividad desarrollada de forma tradicional en el mismo grupo.

Es de recordar que la las notas 2 y 3, es el promedio del quiz y la evaluación que el estudiante hace en la SmarFC-App

En las siguientes tablas se sintetiza los analices realizados en hoja de calculo para cada experimento, las 16 y 17 evaluará estadísticamente si los grupos de control y experimental tienen diferencias significativas, de forma tal que se pueda refutar o aprobar la hipótesis nula H0(1).

La tabla 16 permite comparar el rendimiento en n2 de los grupos de control, (Tradicional, cursos B) y experimental (sombra azul, usan FC, cursos A).

Tabla 16: Rendimiento de la dimensión cognitiva matemática por cursos en n2

Curso	No. Estudiantes	Promedio nota 2	Varianza	Valor critico T (2 colas)	Estadístico T	En n2 hay diferencia estadística significativa?
8A	32	4,4	0,2478	2,0017	5,6065	Si
8B	32	3,6	0,4093			
9A	40	4,4	0,3524	1,9908	6,1283	Si

5.3 Resultados de estudio Piloto

9B	41	3,6	0,2995			
10A	34	4,6	0,3078	1,9965	7,0171	Si
10B	34	3,6	0,32698			
11A	30	4,5	0,3232	2,0017	5,4042	Si
11B	30	3,8	0,27264			

Análisis de experimento 1: El anterior resultado estadístico, donde el objetivo es refutar $H_0(1)$ o aprobar $H_1(1)$, se puede concluir que:

En los 4 resultados el **Estadístico T** es mayor que el Valor crítico T, indica que la **diferencia** de n_2 entre los grupos de control y experimentales son **estadísticamente significativas**. En todos los casos el promedio de n_2 es mayor en los grupos experimentales que en los de control. Esta diferencia no puede ser explicada por el azar, es atribuible a los cambios introducidas en la actividad FC. Esto permite refutar $H_0(1)$ y aprobar $H_1(1)$.

La tabla 17 permite comparar el rendimiento en n_3 de los grupos de control, (Tradicional, cursos A) y experimental (sombra azul, usan FC, cursos B), el Estadístico T seda en valor absoluto.

Tabla 17: Rendimiento de la dimensión cognitiva matemática por cursos en n_3

Curso	No. Estudiantes	Promedio nota 3	Varianza	Valor crítico T (2 colas)	Estadístico T	En n_3 hay diferencia estadística significativa?
8A	32	3,6	0,6564	2,0048	4,2813	Si
8B	32	4,3	0,2898			
9A	40	3,9	0,46917	1,9916	4,1818	Si
9B	41	4,5	0,3411			
10A	34	4,0	0,2309	1,9977	4,0730	Si
10B	34	4,5	0,3380			
11A	30	3,8	0,29481	2,0032	4,3041	Si
11B	30	4,4	0,4536			

Análisis de experimento 2: El anterior resultado estadístico, donde el objetivo es refutar $H_0(1)$ o aprobar $H_1(1)$, se puede concluir que:

En los 4 resultados el **Estadístico T** es mayor que el Valor Crítico T crítico, indica que la **diferencia** de n_3 entre los grupos de control y experimentales son **estadísticamente significativas**. En todos los casos el promedio de n_3 es mayor en

los grupos experimentales que en los de control. Esta diferencia no puede ser explicada por el asar, es atribuible los cambios introducidas en la actividad FC. Esto permite refutar $H_0(1)$ y aprobar $H_1(1)$.

La tabla 18 permite comparar el rendimiento de **n2 y n3** en cada curso, teniendo en cuenta que una se obtuvo de forma tradicional y la otra con FC (sombra azul). Se evaluó estadísticamente si hay diferencia significativa notas de cada curso; permite refutar la hipótesis nula $H_0(2)$ o aprobar $H_1(2)$:

Tabla 18: Rendimiento de la dimensión cognitiva matemática: Tradicional Vs FC

Curso	No. Estudiantes	Promedio nota 2	Promedio nota 3	Varianza en n2	Varianza en n3	Valor crítico T (2 colas)	Estadístico T	En n2 y n3 hay diferencia estadística significativa?
8A	32	4,4	3,6	0,2478	0,6564	1,9989	5,0026	Si
8B	32	3,6	4,3	0,4093	0,2898	1,9989	4,7270	Si
9A	40	4,4	3,9	0,3524	0,4691	1,9908	3,4572	Si
9B	41	3,6	4,5	0,2995	0,3411	1,990	6,9969	Si
10A	34	4,6	4,0	0,3078	0,2309	1,9965	4,9768	Si
10B	34	3,6	4,5	0,3269	0,3380	1,9965	6,1437	Si
11A	30	4,5	3,8	0,3232	0,2948	2,0017	5,3528	Si
11B	30	3,8	4,4	0,2726	0,4536	2,0017	4,3265	Si

Análisis en experimento 1 y 2: El anterior resultado estadístico, donde el objetivo es refutar $H_0(2)$ o aprobar $H_1(2)$, se puede concluir que:

En los 8 cursos el **Estadístico T** es mayor al Valor Crítico T, indica que las diferencias entre las actividades n2 y n3 son estadísticamente significativas. Las actividades desarrolladas con FC, tienen un promedio de desempeño de superior al promedio de la actividad desarrolladas tradicionalmente. Esta diferencia no puede ser explicada por el asar. Esta diferencia es estadísticamente significativa y es atribuible a las diferencias introducidas en la actividad debido al aula invertida. Esto permite refutar $H_0(2)$ y aprobar $H_1(2)$. En la grafica 13 se aprecia el resultado obtenido en los 2 experimentos (Azul claro FC, azul oscuro tradicional).

5.3 Resultados de estudio Piloto

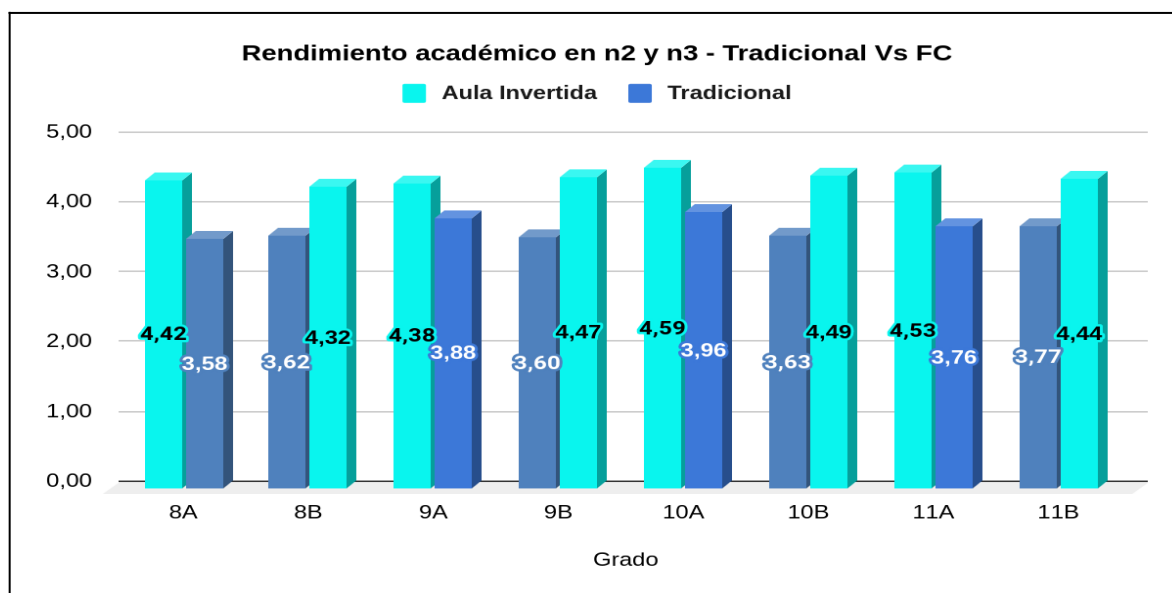


Figura 13: Rendimiento académico en n2 y n3 - Tradicional Vs FC

5.3.4. Otros resultados al usar SmartFC

En este apartado se da a conocer otros resultados obtenidos en el estudio piloto:

Hasta el momento hemos tenido en cuenta n2 y n3, pero tenemos la nota 1, que se puede tomar para comparar el rendimiento académico en las dos intervenciones; en la tabla 19 se observa datos en cuanto al rendimiento académico y el agrupamiento en los niveles de desempeño:

Convenciones: RA: Rendimiento Académico, GRA: Ganancia de Rendimiento Académico, en sombra azul notas con FC.

Tabla 19: Estadística del rendimiento académico

Grado	Nota1	Nota2	Nota3	GRA-n2-Vs-n1	GRA-n3Vs-n1	Diferencia-RA-n2-FC_Vs_Trad	Diferencia-RA-n3-FC_Vs_Trad	Desempeño n1	Desempeño n2	Desempeño n3
8A	3,55	4,42	3,58	17,5%	0,7%			Básico	Superior	Básico
8B	3,79	3,62	4,32	-3,5%	10,5%	16,1%	14,7%	Básico	Básico	Superior
9A	3,88	4,38	3,88	9,9%	0,0%			Básico	Superior	Básico
9B	3,87	3,60	4,47	-5,4%	12,1%	15,6%	11,8%	Básico	Básico	Superior
10A	3,98	4,59	3,96	12,2%	-0,4%			Básico	Superior	Básico
10B	3,70	3,63	4,49	-1,5%	15,7%	19,2%	10,5%	Básico	Básico	Superior

11A	3,72	4,53	3,76	16,3%	0,9%			Básico	Superior	Básico
11B	3,62	3,77	4,44	2,9%	16,4%	15,2%	13,6%	Básico	Básico	Superior

Análisis:

1. Respecto a **n1**: En todos los cursos donde en las 2 intervenciones fueron de control, no se evidencia una diferencia significativa de ganancia en el rendimiento académico, de hecho en algunos casos el RA baja. Pasa lo contrario cuando n1 se compara con n2 y n3, donde el grupo fue el experimental (FC), se evidencia Ganancias de RA desde el 10,5 % hasta el 17,5%; esto llevándolo a puntos en la nota equivale a que con FC en promedio los curso aumentaron entre 0,525 y 0,875.

2. En cuanto a las GRA en n2 y n3, es evidente que los grupos experimentales ganan desde el 10,5% hasta el 19,2%, lo que interpreta que en promedio el grupo que menos subió su promedio fue en 0,525 y el que mayor logro aumentar lo hizo con 0,96 puntos.

3. Otro dato interesante es el agrupamiento de las notas donde de aplica FC, gracias a que ha permitido el aumento del rendimiento académico mayor al 10%, estadísticamente se identifica que n2 y n3, donde se aplico FC, todos los grupos en promedio se ubican en un desempeño alto (escala entre 4,0 y 4,5), mientras en n1, n2 y n3 donde los grupos son de control se encuentran en un desempeño básico.

De otra parte, se realizó una encuesta a los estudiantes luego de usar SmartFC-App, en la siguiente tabla se resume la percepción que se tiene:

Tabla 20: Percepción de Uso de SmartFC-App

Pregunta	Opciones de respuestas	
	Profesor	Otro
¿Prefieres que los vídeos los haga tu profesor o otra persona?	90%	10%
¿Cuál es el contenido que más te agrada?	Video	Audio, texto, otros
	87%	13%
¿Estás de acuerdo que haya tiempo para aclarar tus dudas mediante la solución de un taller práctico?	Si	No
	97%	3%
¿Te gusta que en el video se explique todo?	Sí	No
	91%	9%

5.3 Resultados de estudio Piloto

¿Qué actividad prefieres realizar en tu casa?	Ver el REA		Taller (realizar tarea)	
	98%		2%	
¿Cuántas veces observas un vídeo para entender el tema?	1 a 2 veces		3 a 5 veces	
	51%		49%	
Del 1 a 5 ¿Qué tan preparado te sientes para presentar la evaluación?	3 o más		menos de 3	
	96%		4 %	
Te gustaría seguir usando SmartFC-App	Si		No	
	99,5%		0,5%	
Que tan fácil fue usar SmartFC-App	Muy Fácil	Fácil	Complicado	Muy Complicado
	85%	7%	6%	2%
Te sientes mas motivado aprendiendo con esta aplicación?	Si		No	
	90%		10%	
SmartFC te permitió entender mejor la clase?	Si		No	
	95%		5%	
Fue fácil ver tu progreso y notas de tu actividad?	Si		No	
	95%		5%	
Que es lo que mas te gusto de SmartFC-App	Recopilación de respuestas: Que no necesita internet todo el tiempo; el quiz es nota, puedo ver el video las veces que quiero, hay tiempo para hacer un taller con el profesor, la continua retroalimentación, puedo hacer preguntas.			
En que otras asignaturas te gustaría que se usara SmartFC	En orden de %: Química, Física, Español, Sociales.			

La encuesta da un panorama alentador de lo que los estudiantes opinan y siente al usar la propuesta de La Learning Path, apoyado por SmartFC-App.

En cuanto a la encuesta a los docentes, se oriento a 3 objetivos:

1. Percepción y de la facilidad de usar SmartFC - SGAFC: El 95% de los docentes les parece fácil la interacción con el sistema

2. Percepción de utilidad de la herramientas: El 100% les parece útil el sistema y desearían poderlo usara en sus clases

3. Verificación de las métricas recolectadas y desplegadas en el dashboard: El 100% de los docentes responden que las métricas propuestas son útiles y suficientes para una versión inicial del sistema, destacando que es importante que puedan verificar el como los estudiantes llegan a su clase. Estas son algunas

recomendaciones: Identificare el tiempo que el estudiante invierte en la actividad, mostrar la primera y ultima hora en que el estudiante ve el REA, hacer un diagnostico antes de iniciar la actividad.

Para cada pregunta que mide la facilidad de uso, el mayor porcentaje de los docentes respondieron estar “de acuerdo” y “totalmente de acuerdo”, en la facilidad de usar el SGAFC. 94% responden que el sistema es útil y facilita la implementación de La Learning Path.

Para finalizar este capitulo, en términos generales se demuestra que la propuesta de la aplicación del aula invertida bajo la metodología de La Learning Path, apoyado por el ecosistema digital de SmartFC, trae resultados beneficiosos a la comunidad educativa, en especial a los estudiantes, pues se demostró que el rendimiento académico en aumento en un porcentaje considerable.

Capítulo 6

Conclusiones y Trabajos Futuros

En la primera parte de este capítulo se documenta las conclusiones a las que se llegan con los resultados obtenidos con el desarrollo de esta investigación donde se demuestran que es posible integrar el aula invertida en la educación media apoyada por una herramienta tecnológica, capaz de funcionar en entornos conectado o desconectados.

En la segunda parte se mencionan algunos trabajos que se pueden desarrollar a partir de esta investigación.

6.1 Conclusiones

En esta investigación donde desde el principio se pensó en hacer un aporte desde la ingeniería a la educación y disminuir brechas tecnológicas existentes en nuestros territorios, se puede concluir:

- En los 3 estudios pilotos que se desarrollan en la IERP, se logra implementar el modelo de aula invertida, en todos los estudios pilotos permitieron verificar el rendimiento de la dimensión cognitiva matemática aumento significativamente respecto

- a el modelo tradicional; con esto se aprueba la hipótesis planteada a la investigación.
- En el estudio piloto realizado en el municipio de Bolívar – Cauca, gracias a la arquitectura software propuesta para contextos desconectado, fue posible implementar el modelo de aula invertida, apoyado por una herramienta tecnológica, demostrando que si es posible el uso de TICs en zonas donde la conectividad a internet es nula o limitada.
- La Learning Path – FC, sintetiza una estrategia pensada en instrumentalizar la implementación del modelo de FC; en los estudios pilotos realizados en el contexto rural y urbano fue evidente que gracias a éste, entender su esencia y metodología fue efectivo, en términos del diseño y desarrollo de las actividades FC en docentes y estudiantes respectivamente.
- Identificadas las necesidades metodológicas de La Learning Path - FC, se incluyen aspectos de la analítica del aprendizaje en el desarrollo de la herramienta tecnológica. Esto facilitó al docente la interpretación del comportamiento de los estudiantes con la actividad FC, mediante el dashboard.
- Es importante que a los proceso de aprendizaje de los estudiantes de escuelas y colegios se de la oportunidad de conocer las tendencias exitosas de la educación, el moldeo de aula invertida permite incorporar el uso de herramientas tecnológicas en el proceso tanto de enseñanza como de aprendizaje, posibilitando que los estudiantes formen una visión más crítica y proactiva durante este proceso, como se evidencio en los estudios pilotos, el modelo genera los espacios de tiempo para hacerlo, junto a sus pares pero lo mas importante, siempre de la mano de su docente.
- Gracias a la analítica del aprendizaje incorporada en la propuesta, es el saber qué hace el estudiante fuera del aula de clase con la actividad FC, así con la ayuda del dashboard el docente pudo identificar como llegan los estudiantes a su clase, esto es de suma importancia ya que permitió al docente tomar decisiones pedagógicas en la forma de orientar su clase.
- Una de las mayores motivaciones para los estudiantes, es que todo lo que haga dentro de su proceso, se le sea tenido en cuenta en su calificación, la Learnig Path incentiva precisamente eso, uno de los aspectos que mas les gusto a los estudiantes al usar la aplicación, es que sentían que la tarea se convertía ver el video y que si lo hacían con atención, mediante el quiz tendrían una recompensa.

6.1 Conclusiones

- El repositorio de REA y Actividades FC, al disponerse libres para todos los docentes de las diferentes IE, se convierten en instrumentos fundamentales para crear comunidad alrededor de FC, esto facilitará el crecimiento de los repositorios.
- Se evidencia que a docentes y estudiantes les parece útil y desean seguir usando tanto el modelo como el ecosistema digital propuesto.
- El uso de SmartFC-App en los estudios piloto se convirtió en una herramienta que sirvió para que los estudiantes invirtieran su tiempo libre en lo académico, de esta forma se le da un mejor uso al celular.

6.2 Trabajos Futuros

Con la realización de este proyecto, se deja una base sólida para que se siga investigando en los siguientes campos:

- Integración de técnicas de recomendación de REA según estilo de aprendizaje.
- Integración de REA de otras plataformas (YouTube, MOOC, entre otras)
- Soporte de simuladores (PhET, Universidad de Colorado)
- Aplicación móvil para docentes.
- Segmentación de los REA con el objetivo de identificar cuál es el fragmento que más se repite, esto daría pistas que es el momento que menos entiende el estudiante.

Bibliografía

- Akçapinar, G., & Bayazit, A. (2019). *Moodleminer: Data mining analysis tool for moodle learning management system*.
- Albó, L., & Hernández-Leo, D. (2018). Identifying design principles for learning design tools: The case of edCrumble. *European Conference on Technology Enhanced Learning Learning*, 406–411.
- Bergmann, J., & Sams, A. (2012). *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. International society for technology in education.
- Betihavas, V., Bridgman, H., Kornhaber, R., & Cross, M. (2016). The evidence for 'flipping out': A systematic review of the flipped classroom in nursing education. *Nurse Education Today*, 38, 15–21.
<https://doi.org/10.1016/J.NEDT.2015.12.010>
- Bhagat, K. K., Chang, C.-N., & Chang, C.-Y. (2016). The impact of the flipped classroom on mathematics concept learning in high school. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(3), 134–142.
- Bishop, J. L., & Verleger, M. A. (2013). The flipped classroom: A survey of the research. *ASEE National Conference Proceedings, Atlanta, GA*, 30(9), 1–18.
- Bloom, B. S. (1956). Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. *Cognitive Domain*, 18.

- Bollen, J., Van de Sompel, H., Hagberg, A., Bettencourt, L., Chute, R., Rodriguez, M. A., & Balakireva, L. (2009). Clickstream data yields high-resolution maps of science. *PloS One*, *4*(3), e4803.
- Chen, J., Li, Q., Lin, C. Y. K., Chang, H., & Wang, C. (2011). Application of innovative technologies on the e-learning system. *2011 6th International Conference on Computer Science Education (ICCSE)*, 1033–1036. <https://doi.org/10.1109/ICCSE.2011.6028812>
- Cheng, L., Ritzhaupt, A. D., & Antonenko, P. (2019). Effects of the flipped classroom instructional strategy on students' learning outcomes: A meta-analysis. *Educational Technology Research and Development*, *67*(4), 793–824. <https://doi.org/10.1007/s11423-018-9633-7>
- Civeriati, E., & Torre, M. (2018). An innovative educational path on mathematics and film critics for the flipped classroom. *17th Conference on Applied Mathematics, APLIMAT 2018 - Proceedings, 2018-Febru*, 244–253.
- Corbi, A., & Solans, D. B. (2014). Review of current student-monitoring techniques used in elearning-focused recommender systems and learning analytics: The experience api & lime model case study. *IJIMAI*, *2*(7), 44–52.
- Cross, A., Bayyapunedi, M., Cutrell, E., Agarwal, A., & Thies, W. (2013). TypeRighting: Combining the Benefits of Handwriting and Typeface in Online Educational Videos. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 793–796.
- Cuervo, M. C., Niño, E. J. H., & Villamil, J. N. P. (2011). Objetos de aprendizaje, un estado del arte. *Entramado*, *7*(1), 176–189.

- de Desarrollo, B. I. (2020). Al menos 77 millones de personas sin acceso a internet de calidad en áreas rurales. *Comunicados de Prensa. Recuperado De*.
- Del Blanco, Á., Serrano, Á., Freire, M., Martínez-Ortiz, I., & Fernández-Manjón, B. (2013). E-Learning standards and learning analytics. Can data collection be improved by using standard data models? *2013 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 1255–1261.
- DeLozier, S. J., & Rhodes, M. G. (2017). Flipped Classrooms: A Review of Key Ideas and Recommendations for Practice. *Educational Psychology Review*, 29(1), 141–151. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9356-9>
- Dijksman, J. A., & Khan, S. (2011). Khan {Academy}: The world's free virtual school. *{APS} {Meeting} {Abstracts}*, A14.006.
- Fautch, J. M. (2015). The flipped classroom for teaching organic chemistry in small classes: Is it effective? *Chemistry Education Research and Practice*, 16(1), 179–186. <https://doi.org/10.1039/c4rp00230j>
- Fenu, G., Marras, M., & Meles, M. (2017). A learning analytics tool for usability assessment in Moodle environments. *Journal of E-Learning and Knowledge Society*, 13(3).
- Finkenbergh, F., & Trefzger, T. (2019). Flipped classroom in secondary school physics education. *Journal of Physics: Conference Series*, 1286(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1286/1/012015>
- Flumerfelt, S., & Green, G. (2013). Using lean in the flipped classroom for at risk students. *Educational Technology and Society*, 16(1), 356–366.

- Fung, F. M. (2015). Using First-Person Perspective Filming Techniques for a Chemistry Laboratory Demonstration to Facilitate a Flipped Pre-Lab. *Journal of Chemical Education*, 92(9), 1518–1521. <https://doi.org/10.1021/ed5009624>
- Gašević, D., Dawson, S., & Siemens, G. (2015). Let's not forget: Learning analytics are about learning. *TechTrends*, 59(1), 64–71. <https://doi.org/10.1007/s11528-014-0822-x>
- Gilboy, M. B., Heinerichs, S., & Pazzaglia, G. (2015). Enhancing Student Engagement Using the Flipped Classroom. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 47(1), 109–114. <https://doi.org/10.1016/J.JNEB.2014.08.008>
- Gloria Maritza, V. V., & Dario, R. R. G. (2019). Una revisión bibliográfica de estudios empíricos de herramientas de la Web 2.0 para el aprendizaje colaborativo: Wikis, blogs, redes sociales y repositorios multimedia. *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, 2019(E18), 497–516.
- Herala, A., Vanhala, E., & Nikula, U. (2015). Object-oriented programming course revisited. *ACM International Conference Proceeding Series*, 19-22-Nov-, 23–32. <https://doi.org/10.1145/2828959.2828974>
- Hew, K. F., & Lo, C. K. (2018). Flipped classroom improves student learning in health professions education: A meta-analysis. *BMC Medical Education*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s12909-018-1144-z>
- Hodgson, T. R., Cunningham, A., McGee, D., Kinne, L., & Murphy, T. J. (2017). Assessing Behavioral Engagement in Flipped and Non-Flipped Mathematics Classrooms: Teacher Abilities and Other Potential Factors. *INTERNATIONAL JOURNAL OF EDUCATION IN MATHEMATICS SCIENCE AND TECHNOLOGY*, 5(4), 248–261. <https://doi.org/10.18404/ijemst.296538>

- Hung, C.-Y., Sun, J. C.-Y., & Liu, J.-Y. (2018). Effects of flipped classrooms integrated with MOOCs and game-based learning on the learning motivation and outcomes of students from different backgrounds. *Interactive Learning Environments*, 0(0), 1–19. <https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1481103>
- Janz, K., Graetz, K., & Kjørlien, C. (2012). Building collaborative technology learning environments. *SIGUCCS'12 - ACM Proceedings of the SIGUCCS Annual Conference*, 121–126. <https://doi.org/10.1145/2382456.2382484>
- Jaramillo-Morillo, D., Sarasty, M. S., González, G. R., & Pérez-Sanagustín, M. (2017). Follow-Up of Learning Activities in Open edX: A Case Study at the University of Cauca. *European Conference on Massive Open Online Courses*, 217–222.
- Kirvan, R., Rakes, C. R., & Zamora, R. (2015). Flipping an Algebra Classroom: Analyzing, Modeling, and Solving Systems of Linear Equations. *Computers in the Schools*, 32(3–4), 201–223. <https://doi.org/10.1080/07380569.2015.1093902>
- Kloft, M., Stiehler, F., Zheng, Z., & Pinkwart, N. (2014). Predicting MOOC dropout over weeks using machine learning methods. *Proceedings of the EMNLP 2014 Workshop on Analysis of Large Scale Social Interaction in MOOCs*, 60–65.
- Kong, S. C. (2014). Developing information literacy and critical thinking skills through domain knowledge learning in digital classrooms: An experience of practicing flipped classroom strategy. *Computers and Education*, 78, 160–173. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.05.009>
- Kong, S. C. (2015). An experience of a three-year study on the development of critical thinking skills in flipped secondary classrooms with pedagogical and

- technological support. *Computers and Education*, 89, 16–31.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.08.017>
- Kostaris, C., Sergis, S., Sampson, D., Giannakos, M., & Pelliccione, L. (2017). Investigating the Potential of the Flipped Classroom Model in K-12 ICT Teaching and Learning: An Action Research Study. *Educational Technology & Society*, 20, 261–273.
- Kushwaha, R. C., Singhal, A., & Swain, S. K. (2019). Learning pattern analysis: A case study of moodle learning management system. In *Recent Trends in Communication, Computing, and Electronics* (pp. 471–479). Springer.
- Lai, C.-L., & Hwang, G.-J. (2016). A self-regulated flipped classroom approach to improving students' learning performance in a mathematics course. *Computers & Education*, 100, 126–140. <https://doi.org/10.1016/J.COMPEDU.2016.05.006>
- Lax, N., Morris, J., & Kolber, B. J. (2017). A partial flip classroom exercise in a large introductory general biology course increases performance at multiple levels. *Journal of Biological Education*, 51(4), 412–426.
<https://doi.org/10.1080/00219266.2016.1257503>
- Li, C., & Liu, L. (2015). The Design and Development of Mathematics MicroLecture for Elementary School. *2015 International Conference on Computer Science and Intelligent Communication*. <https://doi.org/10.2991/csic-15.2015.118>
- Lias, T. E., & Elias, T. (2011). *Learning analytics: The definitions, the processes, and the potential*.
- Light, D., & Pierson, E. (2014). Increasing student engagement in math: The use of Khan Academy in Chilean classrooms. *International Journal of Education and Development Using ICT*, 10(2), 103–119.

- Lo, C. K., & Hew, K. F. (2017). Using “First Principles of Instruction” to Design Secondary School Mathematics Flipped Classroom: The Findings of Two Exploratory Studies. In *Journal of Educational Technology & Society* (Vol. 20, pp. 222–236). International Forum of Educational Technology & Society. <https://doi.org/10.2307/jeductechsoci.20.1.222>
- Lo, C. K., & Hew, K. F. (2018). A comparison of flipped learning with gamification, traditional learning, and online independent study: The effects on students’ mathematics achievement and cognitive engagement. *Interactive Learning Environments*, 1–18. <https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1541910>
- Lo, C. K., Lie, C. W., & Hew, K. F. (2018). Applying “First Principles of Instruction” as a design theory of the flipped classroom: Findings from a collective study of four secondary school subjects. *Computers & Education*, 118, 150–165. <https://doi.org/10.1016/J.COMPEDU.2017.12.003>
- Loch, B., & Borland, R. (2014). The transition from traditional face-to-face teaching to blended learning—Implications and challenges from a mathematics discipline perspective. *Proceedings of Ascilite*, 708–712.
- Luker, C., Muzyka, J., & Belford, R. (2015). Introduction to the Spring 2014 ConfChem on the Flipped Classroom. *Journal of Chemical Education*, 92(9), 1564–1565. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00024>
- Maldonado, J., Pérez-Sanagustín, M., Bermeo, J., Muñoz, L., Pacheco, G., & Espinoza, I. (2017). *Flipping the classroom with MOOCs. A pilot study exploring differences between self-regulated learners.* 1–8. <https://doi.org/10.1109/LACLO.2017.8120934>

- Martínez León, C. (2014). *Vitutor: Recursos educativos digitales*.
<http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoescuela/recursosdigitales/2014/11/17/vitutor/>
- Mayer, R. E. (2014). Multimedia Instruction. In *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (pp. 385–399). Springer New York.
https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_31
- McBride, C. (2015). Flipping Advice for Beginners: What I Learned Flipping Undergraduate Mathematics and Statistics Classes. *PRIMUS*, 25(8), 694–712.
<https://doi.org/10.1080/10511970.2015.1031300>
- McLaughlin, J. E., Roth, M. T., Glatt, D. M., Gharkholonarehe, N., Davidson, C. A., Griffin, L. M., Esserman, D. A., & Mumper, R. J. (2014). The Flipped Classroom: A Course Redesign to Foster Learning and Engagement in a Health Professions School. *Academic Medicine*, 89(2).
- Merrill, M. D. (2002). First principles of instruction. *Educational Technology Research and Development*, 50(3), 43–59.
- Moffett, J. (2015). Twelve tips for flipping the classroom. *Medical Teacher*, 37(4), 331–336. <https://doi.org/10.3109/0142159X.2014.943710>
- Mok, H. N. (2014). Teaching tip: The flipped classroom. *Journal of Information Systems Education*, 25(1), 7–11.
- Muir, T., & Geiger, V. (2016). The affordances of using a flipped classroom approach in the teaching of mathematics: A case study of a grade 10 mathematics class. *Mathematics Education Research Journal*, 28(1), 149–171.
- Mwalumbwe, I., & Mtebe, J. S. (2017). Using learning analytics to predict students' performance in Moodle learning management system: A case of Mbeya

- University of Science and Technology. *The Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries*, 79(1), 1–13.
- Network, F. L. (2014). *The four pillars of FLI-PTM. Flipped Learning Network.(FLN)*.
- O'Flaherty, J., & Phillips, C. (2015). The use of flipped classrooms in higher education: A scoping review. *The Internet and Higher Education*, 25, 85–95.
<https://doi.org/10.1016/J.IHEDUC.2015.02.002>
- Pastor, C. A., Sánchez, J., & Zubillaga, A. (2014). Diseño Universal para el aprendizaje (DUA). *Recuperado de: [Http://Www. Educadua. Es/Doc/Dua/Dua_pautas_intro_cv. Pdf](Http://Www.Educadua.Es/Doc/Dua/Dua_pautas_intro_cv.Pdf)*.
- Pueo B, Jimenez J, Penichet A, C.-M. J. (2017). Aplicación de la herramienta EDpuzzle en entornos de aprendizaje individuales dentro del aula. In *Investigación en docencia universitaria. Diseñando el futuro a partir de la innovación educativa* (Rosabel Ro, Vol. 84). Ediciones Octaedro.
- Pueo, B., Jimenez-Olmedo, J. M., Penichet-Tomás, A., & Carbonell Martínez, J. A. (2017). *Aplicación de la herramienta EDpuzzle en entornos de aprendizaje individuales dentro del aula*. Octaedro.
<http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/71190>
- Rahman, A. A., Zaid, N. M., Abdullah, Z., Mohamed, H., & Aris, B. (2018). Social Constructivism Learning through Project Based Learning with Scaffolding in Flipped Classroom. *Proceedings - 2018 6th International Conference on Learning and Teaching in Computing and Engineering, LaTiCE 2018*, 50–56.
<https://doi.org/10.1109/LaTICE.2018.00017>
- Redondo, D., Muñoz-Merino, P. J., Ruipérez-Valiente, J. A., Delgado Kloos, C., Pijeira Díaz, H. J., & Santofimia Ruiz, J. (2015). Combining Learning Analytics and

the Flipped Classroom in a MOOC of maths. *International Workshop on Applied and Practical Learning Analytics*.

Ríos Gallego, J. A. (2019). Canal JULIOPROFE - YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=eTvPWCLdGlo>

Romero, C., Ventura, S., & García, E. (2008). Data mining in course management systems: Moodle case study and tutorial. *Computers & Education*, 51(1), 368–384.

Ruipérez-Valiente, J. A. (2020). El Proceso de Implementación de Analíticas de Aprendizaje. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 23(2), 85–101. <https://doi.org/10.5944/ried.23.2.26283>

Schmidt Q., M., & Kolumbien (Eds.). (2006). *Estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas: Guía sobre lo que los estudiantes deben saber y saber hacer con lo que aprenden* (1. ed). Ministerio.

Schultz, D., Duffield, S., Rasmussen, S. C., & Wageman, J. (2014). Effects of the flipped classroom model on student performance for advanced placement high school chemistry students. *Journal of Chemical Education*, 91(9), 1334–1339. <https://doi.org/10.1021/ed400868x>

Shum, S. B., & Ferguson, R. (2012). Social Learning Analytics. *Journal of Educational Technology & Society*, 15(3), 3–26.

Sorden, S. D. (2012). The cognitive theory of multimedia learning. *Handbook of Educational Theories*, 1.

Sotelo Gomez, F., López, J. M., Sepulveda, C., Solarte, M. F., Ramirez-Velarde, R., & Jaramillo-Morillo, D. A. (2022). Learning Activities Management Web Platform to Support the Flipped Classroom Model in Secondary Education. *IEEE*

Revista Iberoamericana de Tecnologías Del Aprendizaje, 17(4), 318–324.

<https://doi.org/10.1109/RITA.2022.3217181>

Sotelo Gomez, F., Solarte, M., & Ramirez-Velarde, R. (2022, November). *Uso de la Clase Invertida en la educación primaria y secundaria para la enseñanza de las matemáticas—Una Revisión*. Congreso Internacional en Tecnología y Educación - TEDCA 2022, Bucaramanga, Colombia. <https://ebooks.udes.edu.co/index.php/udes/Teduca2022>

Sotelo Gomez, F., Urbano, L. M. P., Terán, H. S., Solarte, M. F., & Ruipérez-Valiente, J. A. (2022). SmartFC: Mobile Application for High School Students Supported in Flipped Classroom With Low Connectivity Conditions. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías Del Aprendizaje*, 17(1), 9–16. <https://doi.org/10.1109/RITA.2022.3149835>

Thomas, S. (2016). Future Ready Learning: Reimagining the Role of Technology in Education. 2016 National Education Technology Plan. *Office of Educational Technology, US Department of Education*.

Triantafyllou, E. (2015). In Using Moodle for supporting flipped classrooms. In *The flipped classroom: Design considerations and Moodle*.

Triantafyllou, E. (2016). *Teachers' development in a flipped classroom for applied mathematics: A use case in a transdisciplinary engineering study*.

Triantafyllou, E., Timcenko, O., & Busk Kofoed, L. (2015). Student behaviors and perceptions in a flipped classroom: A case in undergraduate mathematics. *Proceedings of the Annual Conference of the European Society for Engineering Education 2015, SEFI-2015*.

- Universidad de Colorado. (n.d.). *PhET - Interactive Simulations*. Retrieved July 11, 2019, from <https://phet.colorado.edu/es/>
- Universidad ICECI. (2017). *Eduteka*. <http://eduteka.icesi.edu.co/>
- Urbano, L. M. P., Terán, H. S., Sotelo Gomez, F., Solarte, M. F., Sepulveda, C. J., & Meza, J. M. L. (2020). Bibliographic review of the flipped classroom model in high school: A look from the technological tools. *Journal of Information Technology Education. Research*, 19, 451.
- van Ast, M., & Njoo, R. (2014). Flipping your classroom-experiences in a flipped language and math classroom. Edulearn14. *EDULEARN14 Proceedings*, 4442.
- Vera, V. D. G. (2017). Learning analytics and scholar dropout: A predictive model. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 25(7), 1414–1419.
- Viberg, O., Hatakka, M., Bälter, O., & Mavroudi, A. (2018). The current landscape of learning analytics in higher education. *Computers in Human Behavior*, 89, 98–110. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.07.027>
- Vlahu-Gjorgievska, E., Videnovik, M., & Trajkovik, V. (2019). Computational Thinking and Coding Subject in Primary Schools: Methodological Approach Based on Alternative Cooperative and Individual Learning Cycles. *Proceedings of 2018 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering, TALE 2018*, 77–83. <https://doi.org/10.1109/TALE.2018.8615334>
- Wang, J., Jou, M., Lv, Y., & Huang, C.-C. (2018). An investigation on teaching performances of model-based flipping classroom for physics supported by modern teaching technologies. *Computers in Human Behavior*, 84, 36–48. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.02.018>

- Wanner, T., & Palmer, E. (2015). Personalising learning: Exploring student and teacher perceptions about flexible learning and assessment in a flipped university course. *Computers & Education*, 88, 354–369. <https://doi.org/10.1016/J.COMPEDU.2015.07.008>
- Wilson, L. O. (2016). Anderson and Krathwohl–Bloom’s taxonomy revised. *Understanding the New Version of Bloom’s Taxonomy*.
- Yang, H., Xing, Z., Wang, Q., & Han, Y. (2018). Experiences in blended learning based on blackboard in hubei university of education. *2018 13th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE)*, 1–6.
- Yassine, S., Kadry, S., & Sicilia, M. A. (2016). Learning analytics and learning objects repositories: Overview and future directions. *Learning, Design, and Technology: An International Compendium of Theory, Research, Practice, and Policy*, 1–29.
- Županec, V. S., Radulović, B. N., Pribićević, T. Z., Miljanović, T. G., & Zdravković, V. G. (2018). Determination of educational efficiency and students’ involvement in the flipped biology classroom in primary school. *Journal of Baltic Science Education*, 17(1), 162–176.

Anexo A

Anexo 1: Instrumentos para diseñar REA (Plantilla y Recomendaciones)

Anexo 2: Instrumento para el diseño de actividades de aula invertida y plantilla para taller

Anexo 3: Manual de usuario de SmamartFC-SGAFC

Anexo 4: Manual de usuario de SmamartFC-App

Todos los anexos disponibles en:

https://drive.google.com/drive/folders/1-_zpw1Q9k3FQ_5hA42nj3Sp8h22XrSjt?usp=share_link