



**RIDUNAJ**  
Repositorio Institucional  
Digital UNAJ



Universidad Nacional  
**ARTURO JAURETCHE**

Tesis de Posgrado

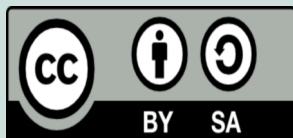
Federico, Carlos Rodolfo

# Decisiones didácticas en relación con las orquestaciones de recursos digitales en un contexto de modalidad integrada

2025

*Instituto de Ciencias Sociales y  
Administración*

*Carrera: Especialización en Docencia  
Universitaria*



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons.  
Atribución – Compartir igual 4.0  
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Documento descargado de RID - UNAJ Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional Arturo Jauretche

Cita recomendada:

Federico, C. R. (2025) *Decisiones didácticas en relación con las orquestaciones de recursos digitales en un contexto de modalidad integrada* [Trabajo final de especialización, Universidad Nacional Arturo Jauretche].  
<https://rid.unaj.edu.ar/handle/123456789/3353>

Este documento es resultado del financiamiento otorgado por el Estado Nacional, por lo tanto, queda sujeto al cumplimiento de la Ley N° 26.899.



**Especialización en Docencia Universitaria**

**Trabajo Final Integrador**

**“Decisiones didácticas en relación con las orquestaciones de recursos digitales en un contexto de modalidad integrada”**

**Autor:** Carlos Rodolfo Federico

**Director:** Leonardo José Lupinacci

**Fecha de presentación:** Marzo 2025

## RESUMEN

A raíz de la pandemia causada por el virus SARS-CoV-2, las instituciones educativas debieron adoptar la virtualidad de manera forzada, lo que generó un cambio abrupto en las prácticas docentes. Posteriormente, entre los años 2021 y 2023, se produjo una transición hacia la modalidad integrada, combinando actividades virtuales con encuentros presenciales. En este contexto, el presente trabajo final integrador se estudian las decisiones didácticas de los docentes de Matemática Inicial en la Universidad Nacional Arturo Jauretche (UNAJ), utilizando como marco teórico la orquestación instrumental propuesta por Trouche (2004). Se analiza cómo los docentes seleccionan y organizan los recursos didácticos en función de sus objetivos pedagógicos. A partir de entrevistas y observación de clases, se identificaron variaciones y combinaciones de orquestaciones instrumentales descritas y caracterizadas en estudios previos, así como también nuevas orquestaciones. Además, se observó como la disponibilidad de dispositivos como los *smartphones* y la conectividad en el aula influyó en la interacción de los actores de la clase con los recursos digitales. Finalmente, el análisis derivado de este trabajo de investigación podría contribuir en un futuro a establecer propuestas o estrategias de acompañamiento en el proceso de incorporación y orquestado de recursos digitales en diferentes entornos de enseñanza.

**Palabras clave:** Orquestación instrumental, recursos digitales, modalidad integrada, Matemática Inicial.

## ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| INTRODUCCIÓN.....   | 3  |
| OBJETIVO GENERAL.....   | 4  |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....  | 4  |
| MARCO TEÓRICO.....  | 5  |
| Enfoque Instrumental.....   | 5  |
| Orquestación instrumental.....  | 6  |
| METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....   | 11 |
| Primera etapa: Selección del recurso digital de análisis.....                                 | 11 |
| Segunda etapa: Selección de los casos.....  | 11 |
| Tercera etapa: Entrevista y observación de clase.....   | 12 |
| Entrevista semiestructurada.....  | 13 |
| Observación de clase no participativa.....  | 13 |
| RESULTADOS.....   | 14 |
| Selección del recurso digital de análisis.....  | 15 |
| Caracterización de los recursos disponible en el aula virtual de matemática inicial.....      | 16 |
| Análisis de las configuraciones didácticas.....   | 21 |
| Configuración didáctica de María.....   | 23 |
| Configuración didáctica de Juan.....  | 25 |
| Tipos de orquestaciones instrumentales evidenciadas.....                                      | 26 |
| Orquestaciones instrumentales observadas en la clase de María.....                            | 26 |
| Orquestaciones instrumentales observadas en la clase de Juan.....                             | 39 |
| Similitudes y diferencias observadas en las orquestaciones utilizadas por ambos docentes..... | 49 |
| CONSIDERACIONES FINALES.....  | 51 |
| BIBLIOGRAFÍA.....   | 54 |

## INTRODUCCIÓN

En respuesta a la pandemia causada por el virus SARS-CoV-2, muchas instituciones educativas a lo largo del mundo se vieron obligadas a implementar una virtualidad de emergencia. En una primera instancia, los docentes de los distintos niveles educativos debieron adaptar sus prácticas de enseñanza a un entorno completamente virtual. Fue en este escenario donde las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) y los distintos recursos digitales adquirieron un rol fundamental, no solo como medio o herramienta para presentar contenidos, sino como entorno principal de formación a través de las aulas virtuales para permitir la continuidad pedagógica (De Luca, 2020).

Este cambio repentino y abrupto en la modalidad de enseñanza, puso de manifiesto la importancia de comprender de qué forma los docentes seleccionan y organizan los recursos digitales para adaptar y sostener sus prácticas. En este contexto, el concepto de orquestación instrumental propuesto por Trouche (2004) cobra especial relevancia. Trouche (2004) define la orquestación instrumental como la organización intencional y sistemática de los diferentes recursos por parte de los docentes en diversos entornos, incluidos los virtuales. Previo a la pandemia causada por el virus SARS-CoV-2, las propuestas de aprendizaje en entornos virtuales — exceptuando aquellas diseñadas exclusivamente para la educación en línea y previamente establecidas — generalmente se utilizaban como un acompañamiento de la propuesta presencial ofreciendo una organización estructurada de materiales y, en ciertos casos, de las tareas a realizar por parte de los estudiantes (Aparisi, *et al.*, 2019; Maggio, 2020).

Luego, con el cierre presencial de las universidades por tiempo indefinido, muchos docentes se vieron obligados a modificar sus prácticas de enseñanza en un contexto no libre de tensiones y desafíos. En este primer escenario la mayoría de los desarrollos de la educación a distancia tenían bajo alcance y los componentes virtuales de los cursos presenciales eran marginales, preponderaba la idea de “hacer virtual lo que era presencial” (Maggio, 2020).

Posteriormente, entre los años 2021 y 2022, se observó una paulatina transición desde una cursada exclusivamente virtual a una modalidad que contemplaba algunos encuentros presenciales. A medida que avanzaba este proceso, los docentes fueron adaptando sus prácticas de enseñanza, lo que hizo que sugieran nuevas orquestaciones instrumentales (Lupinacci, *et al.*, 2022; Federico, *et al.*, 2022) o combinación de orquestaciones previamente descritas (Campo y Cruz, 2020). Actualmente, en muchas

universidades nacionales, como el caso de la Universidad Nacional Arturo Jauretche (UNAJ), se implementa un enfoque de cursada integrada combinando la enseñanza presencial con la virtual. Esta modalidad de enseñanza, fue promovida por el Consejo Interuniversitario Nacional como una alternativa a la virtualidad plena, con el fin de garantizar la continuidad educativa presencial y aprovechar la potencialidad de la amplia variedad de recursos digitales (Garbarini, *et al.*, 2020). Sin embargo, es probable que en esta modalidad de cursada surgieran tensiones en las orquestaciones de los recursos virtuales y el dialogo de los mismos con las clases presenciales (Drijvers *et al.*, 2021).

En este contexto de transición de modalidades de cursada, los docentes se enfrentaron a diferentes desafíos que los llevaron a modificar sus prácticas de enseñanza. En este escenario, el análisis del uso que los docentes hacen de los recursos y la noción de orquestación instrumental (Trouche, 2003) resultan fundamentales para entender cómo los docentes adaptan y organizan intencionalmente los distintos recursos digitales. En este marco, el presente Trabajo Final Integrador (TFI) se propone investigar las decisiones didácticas en torno a las orquestaciones de los recursos digitales que realizan los docentes en los inicios universitarios, en un contexto de cursada de modalidad integrada.

## **OBJETIVO GENERAL**

Analizar y avanzar en la comprensión de las orquestaciones instrumentales de los recursos digitales institucionales, por parte de los docentes de matemática inicial, en un contexto de modalidad integrada.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Describir y caracterizar de los principales recursos digitales disponibles en el aula virtual de Matemática Inicial.
- Describir la configuración didáctica general tanto en el ambiente virtual como en el presencial.
- Identificar los diferentes tipos de orquestaciones y/o combinaciones de estas, que puedan hacer los docentes, con recursos digitales institucionales en un contexto de modalidad integrada.

## MARCO TEÓRICO

### Enfoque Instrumental

El enfoque instrumental tiene sus raíces en la ergonomía cognitiva planteada por Verillon y Rabardel en 1995 y la teoría antropológica de la didáctica de Chevallard en 1999 (Trouche y Drijvers, 2014). En dicho enfoque, se introduce una distinción entre un artefacto disponible para una actividad por un usuario determinado y la conversión a un instrumento durante el curso de una actividad realizada por el sujeto. Artigue (2002) y Guin *et al.*, (2005) retoman este enfoque considerando el rol de la tecnología en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas mediante el uso reflexivo de las herramientas tecnológicas. De esta forma, podemos considerar que el uso de una herramienta tecnológica en el aula, implica un proceso de génesis instrumental en el cual un artefacto (entendido como un objeto material o simbólico) se convierte en instrumento (construcción del usuario compuesta por el artefacto y los esquemas puestos en juego para resolver una tarea) (Drijvers *et al.*, 2010). En este sentido, Trouche (2002) describe la génesis instrumental como un proceso complejo que requiere tiempo y está relacionado con las características del artefacto (sus potencialidades y limitaciones) y la actividad del sujeto, su conocimiento y método de trabajo. Además, Trouche (2002) plantea que dicho proceso implica una relación bilateral entre el artefacto y el usuario: mientras el conocimiento del sujeto dirige la manera en que el instrumento es usado y en cierto modo construye al instrumento (instrumentalización), las características del instrumento influyen en las estrategias del sujeto al resolver la tarea y en las correspondientes concepciones emergentes (instrumentación).

En otras palabras, la instrumentación nos informa de cómo el sujeto se apropia de la herramienta o artefacto, es decir, del grado de manejo del instrumento o de qué manera el artefacto imprime su marca en el sujeto. Mientras que la instrumentalización es la habilidad del sujeto para utilizar el instrumento más allá de los fines para los que fue creado (Figura 1). Es en estos procesos los docentes juegan un rol fundamental ya que son los encargados, no solo de involucrar los artefactos al proceso educativo, sino de orquestar los mismos de forma tal que los artefactos involucrados en la propuesta didáctica puedan llegar a ser instrumentos en la actividad matemática (Trouche, 2003).

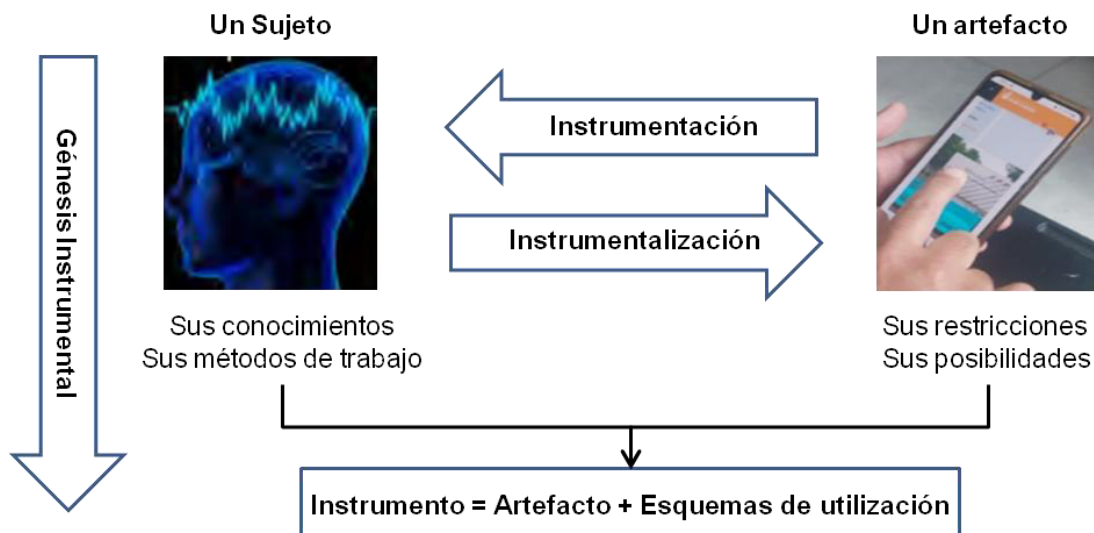


Figura 1. Modelización de una génesis instrumental (Trouche 2005, p. 144).

### Orquestación instrumental

A partir del enfoque instrumental y el análisis de la integración de los artefactos tecnológicos en la enseñanza y el aprendizaje, surge la noción de orquestación instrumental (Guin y Trouche, 2002). Dicha noción es definida como la gestión didáctica del sistema de instrumentos a cargo del docente, remitiendo a la metáfora del director de una orquesta, el cual dirige a los estudiantes para que toquen una obra particular. Esto implica que los docentes deben tener en cuenta todos los artefactos (*smartphone*, computadoras, lápiz y papel, distintos tipos de *software*, calculadoras, entre otros) que se van a integrar en la clase y su respectiva intencionalidad didáctica a fin de que proporcione construcciones mentales en los estudiantes sobre los conceptos matemáticos abordados, además de tomar decisiones respecto al diseño de la clase y a los criterios que orientan el diseño de tareas (Trouche, 2002). Posteriormente, Trouche (2004) define la orquestación instrumental como la organización sistemática e intencional de los artefactos a disposición del docente en el aula, durante la realización de una tarea determinada en un ambiente de aprendizaje, con el objetivo de dirigir las génesis instrumentales de los estudiantes. De esta forma, la noción de orquestación instrumental permite estudiar un proceso colectivo, en el que el docente propone una organización particular de la clase que favorece la actividad matemática.

Según Drijvers *et al.* (2010), en la orquestación instrumental se reconocen distintas dimensiones, elementos y tipos de orquestaciones, como se muestra en la Figura 2.

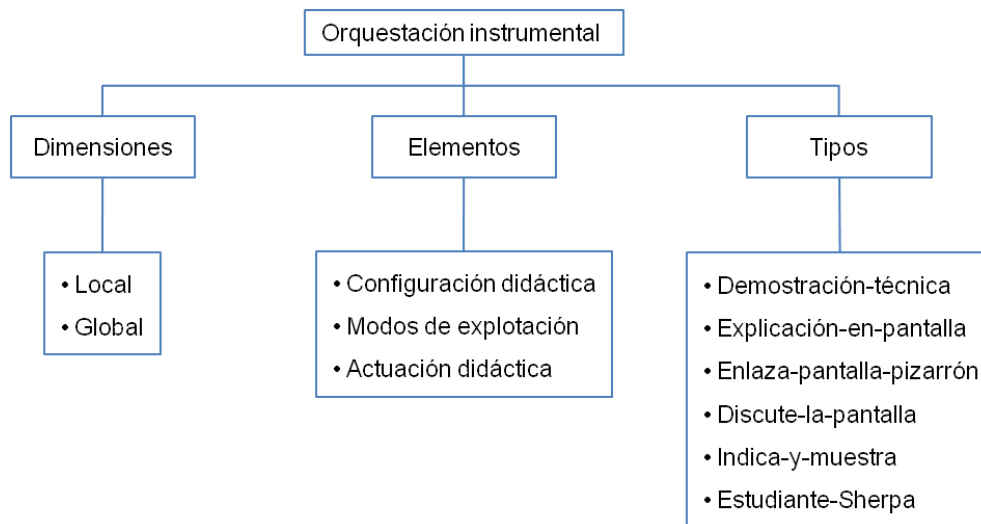


Figura 2. Esquema de las dimensiones, elementos y tipos de orquestaciones instrumentales según Drijvers *et al.* (2010). Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con Drijvers *et al.* (2010), la dimensión global se refiere a las técnicas de enseñanza incluidas en el repertorio del docente, mientras que la dimensión local se relaciona con el contexto didáctico adaptado a un grupo específico de estudiantes, con objetivos e intenciones pedagógicas concretas. Es esta última dimensión la que se considerará en la presente investigación, ya que se centra en la enseñanza de un concepto matemático particular a un grupo específico de estudiantes.

Por otra parte, Drijvers *et al.* (2010) señala que las orquestaciones instrumentales se componen de tres elementos:

1. La configuración didáctica, hace referencia a la organización de la enseñanza, así como a los objetos o artefactos involucrados, ya sean tecnológicos o no. Esta disposición incluye tanto los artefactos utilizados en clase como el ambiente de aprendizaje, y consiste en una planificación espacio-temporal que se diseña previamente a su implementación.
2. Los modos de explotación hacen referencia a cómo el docente utiliza la configuración didáctica para cumplir con los objetivos pedagógicos. Esto incluye decisiones sobre cómo se introduce y desarrolla las tareas asignadas, el uso y posibles roles que desempeñarán los artefactos, así como también los esquemas y técnicas que los estudiantes desarrollaren. Aunque estas decisiones se planifican

antes de la clase, pueden adaptarse durante su transcurso para lograr un aprovechamiento óptimo de los recursos y alcanzar los objetivos educativos propuestos.

3. La actuación didáctica se refiere a las decisiones *ad hoc* que el docente toma de manera espontánea durante el desarrollo de la clase. Estas acciones responden a situaciones que surgen, a veces de forma imprevista, y pueden modificar tanto los modos de explotación didáctica como, en menor medida, la configuración del entorno de aprendizaje. Son decisiones tomadas en el momento, adaptadas al contexto y a los eventos que ocurren en el aula.

En cuanto a los tipos de orquestación, Drijvers *et al.* (2010) identificaron y caracterizaron en términos de los dos primeros elementos de la teoría de la orquestación (configuración didáctica y modo de explotación) seis tipos diferentes:

- **Demostración-técnica:** El docente demuestra los aspectos técnicos para utilizar el recurso. Una configuración didáctica para esta orquestación incluye: acceso al recurso digital, facilidades para proyectar la pantalla y una disposición en el aula que permita a los estudiantes seguir la demostración. Como modos de explotación, los docentes pueden demostrar una técnica en una nueva situación o tarea, o utilizar el trabajo de los estudiantes para mostrar nuevas técnicas.
- **Explicación-en-pantalla:** Se refiere a la explicación a toda la clase, por parte del docente a través de lo que ocurre en la pantalla de la computadora. Dicha explicación va más allá de las técnicas e involucra contenido matemático. Las configuraciones didácticas pueden ser similares a las de la demostración técnica. Como modos de explotación, los docentes pueden tomar el trabajo de los estudiantes como punto de partida para la explicación o comenzar con su propia solución a una tarea.
- **Enlaza-pantalla-pizarrón:** En este tipo de orquestación, el docente enfatiza la relación entre lo que sucede en el ambiente virtual y su representación matemática convencional en el papel, libro y/o pizarrón. Una configuración didáctica para esta orquestación, debe incluir un pizarrón y un entorno de aula que permita que tanto la pantalla como el pizarrón sean visibles. Como modos de explotación, los

docentes pueden tomar como punto de partida, el trabajo de sus estudiantes o comenzar con una tarea o situación problemática que ellos mismos se propongan.

- **Discute-la-pantalla:** Esta orquestación, implica una discusión en clase sobre lo que sucede en la pantalla, con el objetivo de mejorar la génesis instrumental colectiva. La configuración didáctica para esta orquestación debe incluir facilidades de proyección, preferiblemente con acceso al trabajo de los estudiantes, y un entorno de clase favorable para la discusión. Como modos de explotación, el trabajo de los estudiantes, una tarea o un problema o enfoque establecido por el docente pueden servir como punto de partida para las reacciones de los estudiantes. Cabe destacar que si bien, discutir los resultados en el pizarrón es una estrategia de enseñanza común. La ventaja de la discusión en un entorno tecnológico es que las sugerencias de diferentes representaciones y técnicas, a medida que surgen en la discusión, se pueden probar fácilmente, con una retroalimentación rápida y dinámica sobre los resultados obtenidos.
- **Indica-y-muestra:** Se discute el razonamiento incluido en el trabajo de algún estudiante, identificado durante la preparación de la clase. Una configuración didáctica incluye el acceso a los trabajos de los estudiantes durante la preparación de la clase. Como modos de explotación, los docentes pueden hacer que los estudiantes cuyo trabajo se muestra expliquen su razonamiento y pidan a otros estudiantes sus reacciones, o pueden proporcionar ellos mismos comentarios sobre el trabajo del estudiante.
- **Estudiante-Sherpa:** En esta orquestación, un estudiante utiliza la tecnología para presentar su trabajo o para llevar a cabo las acciones que solicita el docente. Las configuraciones didácticas son similares a la orquestación de tipo Discutir-la-pantalla. El entorno del aula debe ser tal, que el estudiante sherpa pueda controlar el uso de la tecnología, y que todos los estudiantes puedan seguir las acciones tanto del estudiante-Sherpa como de las del docente. Como modos de explotación, los profesores pueden hacer que el estudiante-Sherpa presente o explique el trabajo, o pueden plantearle preguntas y pedirle que lleve a cabo acciones específicas en el entorno tecnológico. Cabe señalar, que este tipo de orquestación fue descrito previamente por Trouche en el año 2004.

Resulta importante destacar, que en los primeros tres tipos de orquestaciones instrumentales, descritas por Drijvers *et al.* (2010), el docente es quien guía la actividad tomando un rol central. Mientras que en las últimas tres, el docente toma un rol secundario cediendo el protagonismo a los estudiantes.

Posteriormente, en el año 2013 Drijvers *et al.* sumaron otros tipos de orquestaciones:

- **Circula-mientras-trabajan:** los estudiantes realizan la actividad en un dispositivo electrónico, mientras el docente monitorea el trabajo de sus estudiantes brindando ayuda matemática y/o técnica.
- **Instrucción-en-pizarrón:** Enseñanza habitual donde el docente está frente a la clase trabajando sólo con el pizarrón sin soporte tecnológico. Diferentes grados de participación e interacción de los estudiantes.
- **Apoyo-técnico:** El docente apoya a los estudiantes con la resolución de problemas técnicos, como dificultades de conexión, errores de *software* o de *hardware*.

Cabe destacar que los distintos tipos de orquestaciones se pueden dar por separado o por combinaciones entre ellas y que para cada tipo de orquestación existe una configuración didáctica y ciertos modos de explotación. Además, tal como señalan Drijvers *et al.* (2009) las diferentes formas de orquestación se relacionan con la visión del docente sobre el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas. A su vez, según Guedet y Trouche (2008) las orquestaciones de los recursos didácticos dependen de los conocimientos profesionales de los docentes, así como también de las características de dichos recursos. Sobre esta base, resulta crucial la noción central de recurso. Según Adler (2012), se pueden definir a los recursos en un sentido amplio, como aquellos objetos materiales o socio-culturales que alimentan la tarea docente. De esta forma podemos encontrar recursos de distintas índoles tales como: libros de texto, imágenes, videos; así como también intercambios con colegas o las producciones de los estudiantes e incluso las interacciones verbales y no verbales.

Según Trouche (2018), la interacción con los recursos es esencial para la evolución de los conocimientos de los docentes. Los recursos que trabaja un profesor son recursos vivos, continuamente renovados, y el análisis de su desarrollo profesional puede basarse en el análisis de la trayectoria de los recursos que pone en acción.

En particular, este trabajo se centra en el análisis de los recursos digitales, teniendo en cuenta la definición propuesta por Borba *et al.* (2014), quien describe a los recursos digitales como aquellos recursos desarrollados a partir de tecnologías digitales. Entran entonces dentro de esta categoría los objetos digitales específicos, como PC, *tablets*, *smartphone*, *software*, registros audiovisuales, así como también los entornos virtuales que soportan estos recursos, las herramientas comunicacionales digitales e internet. Dichos recursos pueden ser seleccionados, re-elaborados y organizados por los docentes, según sus conocimientos profesionales y prácticas de enseñanza. En otras palabras, podemos decir que la gestión de los recursos disponibles se realiza en relación con la tarea disciplinar propuesta, su resolución y los objetivos didácticos planteados, en un ambiente de aprendizaje colectivo en el cual el docente orquesta dichos recursos remitiendo a la metáfora del director de una orquesta, con el objetivo de dirigir las génesis instrumentales de los alumnos (Drijvers *et al.*, 2009).

## **METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

Para la realización de la presente investigación, se utilizó una aproximación metodológica de tipo cualitativa. Particularmente, se realizó un estudio de caso múltiple de carácter descriptivo-interpretativo (Simons, 2011), enfocado en el análisis de las orquestaciones instrumentales de recursos digitales disponibles en el campus virtual y su integración en la enseñanza presencial, por parte de dos docentes de Matemática Inicial de la UNAJ, en un contexto de modalidad integrada.

### **Primera etapa: Selección del recurso digital de análisis**

Dado que los docentes de la asignatura trabajan con una línea en común establecida por la coordinación de la materia, como primera etapa se propone realizar un relevamiento y caracterización de los recursos digitales disponibles en el aula virtual de la misma. A partir de este análisis, se seleccionará un recurso digital para estudiar las orquestaciones instrumentales en las que sea considerado por el docente.

### **Segunda etapa: Selección de los casos**

En primer lugar, para la selección de los casos de estudio, se consultó de forma *on line* a 48 docentes de la asignatura Matemática Inicial de la UNAJ, quienes estaban dispuestos a participar de la investigación. A partir de la muestra de docentes que aceptaron

participar de la investigación, la selección de los casos se realizó considerando el siguiente conjunto de criterios específicos:

1. **Disponibilidad de infraestructura tecnológica en el aula:** Se seleccionaron docentes que dictaban sus clases en aulas equipadas con proyectores que permitieran la integración de recursos digitales y contaran con conexión a internet.
2. **Experiencia en recursos digitales:** Se consideraron docentes con distintos niveles de experiencia en el uso de recursos digitales antes de la pandemia, con el fin de explorar cómo esta variable podría influir en la orquestación del recurso digital.
3. **Participación en el diseño y creación del recurso digital:** Dado que los recursos didácticos de la asignatura son elaborados por distintos grupos de docentes, en la selección de docentes se incluyó tanto a quienes habían participado en su diseño y creación como a quienes no, con el objetivo de analizar cómo el grado de apropiación podría impactar en su implementación en el aula.

Siguiendo estos criterios, se seleccionaron dos docentes con perfiles diferenciados, a quienes, para preservar su privacidad, se les asignaron nombres ficticios.

- **María:**
  - Sin experiencia en el uso de recursos digitales antes de la pandemia.
  - No participó en el desarrollo del recurso digital seleccionado, por lo que su interacción con el mismo se dio exclusivamente desde el rol de usuaria.
- **Juan:**
  - Con experiencia en el uso de recursos digitales antes de la pandemia.
  - Participó activamente en el diseño y confección del recurso digital seleccionado.

### **Tercera etapa: Entrevista y observación de clase**

Con el fin de identificar y analizar las orquestaciones instrumentales del recurso digital elegido, se le realizó a cada docente seleccionado una entrevista semiestructurada y

luego se observó la clase, en la cual por cronograma, estaba programada la implementación del recurso digital.

### **Entrevista semiestructurada**

Para tener un primer acercamiento a las configuraciones didácticas y posibles modos de explotación, planificados por María y Juan, se le realizó a cada uno, una breve entrevista semiestructurada basada en las siguientes preguntas:

- ¿Pudiste ver la actividad y que te parece para comenzar el tema?
- ¿Pudiste ver lo que subieron tus estudiantes? En caso afirmativo: ¿Pensabas retomar algo de eso? ¿Te sorprendió algo de sus participaciones?

La entrevista, se realizó de forma previa al ingreso del aula y se indagó en el caso de María, acerca de su precepción en cuanto a la forma de inicial con la actividad y la observación y posible uso de las participaciones de sus estudiantes en el campus. Por otra parte, en el caso de Juan se descarto la primera pregunta, dada su participación en el armado de la actividad y solo se indagó acerca de observación y posible uso de las participaciones de sus estudiantes en el campus.

### **Observación de clase no participativa**

Para la recolección de datos acerca de la orquestación del recurso seleccionado y de otros posibles recursos que pudieran surgir en el devenir de la clase, se realizó una observación de clase no participativa. En la misma, se grabó el audio de toda la clase incluyendo momentos previos y posteriores a la implementación del recurso digital en análisis. Además, se realizó la toma de notas y registro fotográfico de momentos particulares tales como: intervenciones y explicaciones del docente, interacciones del docente y los estudiantes con el recurso digital y los debates entre los actores de la clase. Asimismo, resulta importante destacar que la observación de la clase se centró en una serie de preguntas orientadoras de elaboración propia, con el fin de explorar ciertos aspectos de los modos de explotación y la actuación didáctica por parte de los docentes (ver Tabla 1).

| <b>Modo de explotación</b>   | <b>Actuación didáctica</b>   |
|--|--|
| <p>¿Qué selecciona como punto de partida para el inicio de la actividad?</p> <p>¿De qué forma se utiliza la simulación?</p> <p>¿Qué tipos de interacciones se dan entre los actores de la clase?</p> <p>¿Incluye algún artefacto diferente al propuesto?</p> | <p>¿Se presentan dificultades en el desarrollo de las tareas previstas?</p> <p>¿Cómo interviene el docente cuando un estudiante resuelve inadecuadamente o presenta dificultades para responder?</p> <p>¿Cómo responde el docente frente a preguntas adicionales por parte de los estudiantes?</p> |

El primer grupo de preguntas se enfocó en ciertos aspectos del modo de explotación, con el fin de analizar cómo el docente introduce el recurso digital y orienta a los estudiantes en su abordaje, qué rol le asigna a la simulación en la dinámica de la clase (exploración individual, en grupo, guiada o no por el docente), las interacciones en el aula y la posible incorporación de otros recursos didácticos, como material impreso u otros recursos digitales. Mientras que el segundo grupo de preguntas se orientó al análisis de la actuación didáctica con el fin de evaluar la flexibilidad del recurso digital y del docente frente a preguntas adicionales y posibles dificultades que puedan surgir en el transcurso de la clase.

## **RESULTADOS**

Los resultados se presentan considerando los elementos y tipos de orquestación instrumentales descritos previamente. En primer lugar, se realizó un relevamiento y caracterización de los distintos recursos digitales disponibles en el campus con el fin de seleccionar el artefacto que será puesto en juego en la clase. Luego se procedió a analizar la configuración didáctica, tanto en el ambiente virtual como en el presencial. Así como también, a partir de la entrevista semiestructurada realizada de forma previa a la clase presencial.

Posteriormente, a partir de la observación de la clase presencial, se identificaron los tipos de orquestaciones y/o combinaciones de ellas, que emplearon los docentes seleccionados, con el fin de caracterizar su práctica docente.

Por último, con el fin de avanzar en la comprensión de las orquestaciones instrumentales, en un contexto de modalidad integrada, se analizaron las similitudes y diferencias en las formas en que los docentes seleccionados las llevaron a cabo.

### **Selección del recurso digital de análisis**

Con el fin de seleccionar un recurso digital (entendiendo los mismos como toda actividad que incluya uno o más artefactos: preguntas, graficas, simulaciones, etc. que impliquen el uso de tecnología) que pueda ser analizado en cuanto a las posibles orquestaciones del mismo por parte los docentes de matemática inicial, se realizó un relevamiento y caracterización de los recursos digitales disponibles en el aula virtual de la asignatura. En primer lugar es importante destacar que aula virtual de Matemática Inicial, se encuentra inserta dentro de la plataforma Moodle 3.5, un LMS (*Learning Management System*) de código abierto ampliamente utilizado en entornos educativos. En forma general, podemos señalar que los contenidos de la asignatura se encuentran distribuidos en pestañas y subpestañas, en las cuales se alojan las distintas actividades e informaciones acerca de la cursada y/o de contenidos teóricos (Figura 3). Además, resulta pertinente resaltar que las pestañas y sus contenidos, son habilitadas de forma secuencial por la coordinación de la asignatura siguiendo el cronograma de actividades compartido tanto a los docentes como a los estudiantes al inicio de la cursada.



Figura 3. Estructura general de aula virtual de matemática inicial de la UNAJ alojada en la plataforma Moodle 3.5.

### **Caracterización de los recursos disponible en el aula virtual de matemática inicial**

La plataforma de Moodle 3.5, ofrece una amplia variedad de recursos digitales, con distintas funcionalidades y múltiples posibilidades de configuración. Dentro de estas posibilidades, se categorizaron los recursos digitales utilizados en el aula virtual de matemática inicial en dos grandes grupos:

1. **Recursos de Contenido:** Documentos en varios formatos (PDF, *Word*, *PowerPoint*, imágenes, etc.). Además, se observó el uso de recursos externos, como páginas web, videos realizados por docentes de la asignatura y otros compartidos a través de *YouTube*.
2. **Actividades Interactivas:** Dentro de esta categoría podemos agrupar a los foros y a los cuestionarios.

En cuanto a los foros, se observó que los mismos se encontraban agrupados dentro de una pestaña denominada Intercambios, dentro de la cual se encontraron dos tipos de foros: foros unilaterales, donde solo el docente puede publicar, y foros de intercambios, en los cuales tanto los estudiantes como el docente pueden desarrollar distintos hilos de discusión, realizar consultas, entre otras interacciones.

Por otra parte, los cuestionarios de la plataforma Moodle 3.5 son un tipo de recurso digital que permite crear actividades con una amplia variedad de configuraciones tales como:

fecha de inicio y cierre, cantidad de intentos permitidos, duración de los intentos, forma de calificación y restricciones para la participación, entre otros. Además, en este tipo de recurso se pueden incorporar principalmente dos tipos de preguntas: cerradas y abiertas. En cuanto a las preguntas cerradas, son aquellas en las cuales la corrección es realizada de forma automática por la plataforma en base a como fue programada dicha corrección (margen de error, cantidad de cifras significativas consideradas, etc.). En los cuestionarios del aula virtual se observó una amplia variedad de este tipo de preguntas: selección múltiple, verdadero/falso, emparejamiento, completar valor numérico, etc.). Por otro lado, en las preguntas abiertas, el estudiante puede compartir su resolución completando un cuadro de texto y/o subir imágenes u otros tipos de documentos con sus respuestas y la corrección depende exclusivamente del docente. Cabe señalar que la plataforma Moodle permite incorporar cuestionarios tanto de preguntas abiertas, de preguntas cerrada o cuestionarios en donde se combinen ambos tipos de preguntas.

En el caso particular del aula virtual de matemática inicial, se observaron dos tipos de cuestionarios: cuestionarios de corrección automática (constituidos solo de preguntas cerradas) y cuestionarios de corrección mixtos (constituidos de preguntas cerradas y abiertas). Si bien en ambos tipos de cuestionarios se empleó una amplia variedad de preguntas, es en los cuestionarios con preguntas abiertas donde potencialmente podemos esperar una mayor interacción entre el docente y los estudiantes.

Otro aspecto importante a destacar de los cuestionarios de Moodle, es la posibilidad integrar GeoGebra, una potente herramienta de matemática que permite crear y compartir materiales interactivos para temas como geometría, álgebra, cálculo, funciones matemáticas y estadística. GeoGebra es un proyecto de *software* libre que posibilita el desarrollo de aplicaciones que permiten la interacción con objetos matemáticos: geométricos, simbólicos y numéricos. Puede ser utilizado en diferentes ambientes tecnológicos, sistemas operativos y dispositivos. Además, su interfaz, es suficientemente intuitiva para usuarios inexpertos, aunque también es eficiente en la realización de análisis numéricos y gráficos complejos (Aparisi, Bartoletti, González, y Klein, 2018).

Asimismo, permite la construcción y manipulación de diferentes objetos matemáticos en tiempo real, facilitando la exploración de los mismos de manera interactiva. Además, dado que en su entorno se integran distintos marcos de representación, como el algebraico, el gráfico y el numérico, los cambios en uno de ellos se reflejen automáticamente en los demás. Esta interconexión favorece la comprensión de los conceptos matemáticos y

promueve un aprendizaje activo a través de la experimentación y la visualización dinámica (Valderrama y Saldaña, 2020; Zenteno, Rivera, y Pariona, 2020).

Considerando lo anterior, se relevaron los recursos digitales disponibles en el aula virtual de Matemática Inicial (2º cuatrimestre 2024), y la selección del recurso digital para el análisis de las orquestaciones de los docentes se realizó sobre la base de los siguientes criterios: temporalidad, variedad de preguntas, exploración y la relevancia del tema abordado.

A partir de estos criterios, se seleccionó para el análisis el recurso digital denominado: “Actividad obligatoria 5: Modelos/Función lineal (1era parte) Llenando la pileta” (Figura 4), diseñada originalmente en el marco de un proyecto de investigación<sup>1</sup>, considerando que:

- **Temporalidad:** De acuerdo con el cronograma establecido por la coordinación de Matemática Inicial, la actividad se habilitaría primero en el aula virtual y posteriormente se sugeriría su trabajo en la clase presencial.
- **Variedad de preguntas:** La actividad presenta diversidad de preguntas, tanto abiertas como cerradas, en distintos formatos.
- **Exploración:** Se incorpora una simulación basada en GeoGebra que permite a los estudiantes realizar una exploración individual.
- **Relevancia del tema abordado:** La actividad fue diseñada para introducir los conceptos principales de las funciones matemáticas y en particular de las funciones lineales.

Como se mencionó en los criterios de selección, el recurso digital elegido fomenta la exploración y el análisis de una posible situación real “el llenado de una pileta con una bomba”, simulada de forma interactiva mediante GeoGebra. En dicha simulación, los estudiantes pueden manipular el tiempo mediante el “arrastre” del deslizador (barra horizontal donde se indican los minutos) y ver qué sucede con la cantidad de litros que posee la pileta en cada tiempo (Figura 4).

---

<sup>1</sup> Proyecto de investigación UNAJ investiga 2023 “Recursos digitales en la enseñanza de la Historia y de la Matemática en los inicios universitarios: Un estudio de las prácticas docentes en entornos virtuales”.

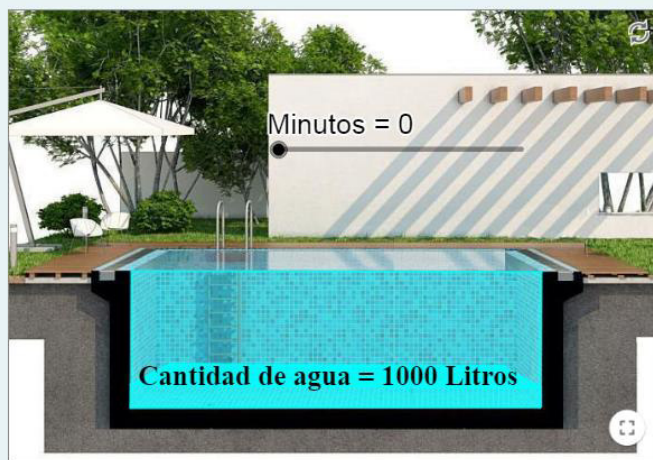
#### Actividad: Llenando la pileta

Juan comienza a llenar la pileta de su casa, pero luego de unos minutos la bomba que suministra el agua sufre un desperfecto y se apaga. Una vez reparada, la vuelve a encender para continuar llenando la pileta que, ya contiene una cierta cantidad de agua cargada antes del desperfecto. La bomba entrega una determinada cantidad constante de litros de agua por minuto, y se apaga cuando la pileta se llena completamente.

Para resolver este problema, deberás trabajar con la siguiente **simulación**, que permite calcular la **cantidad de litros de agua que tiene la pileta según los minutos transcurridos**, desde que fue encendida la bomba:

*Por un lado, en esta simulación podrás observar una barra con un punto y una leyenda que dice "minutos" acompañado de un valor numérico. Aquí, podrás modificar la cantidad de minutos transcurridos. Para hacerlo, es necesario "pinchar" con el mouse en ese punto (en caso de usar la computadora) o bien pararte allí con el dedo (en caso de usar celular) y deslizarlo para un lado o el otro de la barra. Al realizar esto, además de modificar la cantidad de minutos (podrás observar a qué minuto corresponde arriba de la barra) se verá modificado en la pileta la **cantidad de agua que contiene**.*

Si no puedes visualizar la simulación, ingresar al siguiente link: <https://www.geogebra.org/m/mjvenkkq>



Con ayuda de dicha **simulación**, deberás responder las siguientes preguntas:

Figura 4. Recurso digital seleccionado: “Actividad obligatoria 5: Modelos/Función lineal (1era parte) Llenado la pileta” basada en la simulación generada mediante GeoGebra.

<https://www.geogebra.org/m/mjvenkkq>

Es importante señalar que la simulación es acompañada por una serie de preguntas basadas en distintos formatos de cuestionarios disponible en Moodle. Según la forma de respuesta a dichas preguntas fueron clasificadas en dos grupos: preguntas cerradas (Figura 5. a) y preguntas abiertas (Figura 5. b).

1) En la simulación se pueden identificar 2 magnitudes que varían, las cuales definen 2 variables. ¿Cuáles son dichas variables?  
Elegí las opciones que considerás que son correctas:

a. La capacidad de la pileta.  
 b. El tiempo transcurrido mientras se carga agua en la pileta.  
 c. La cantidad de agua que había en la pileta al encender la bomba.  
 d. La cantidad de agua que hay en la pileta en distintos momentos.  
 e. El largo de la pileta.

2) Teniendo en cuenta lo que muestra la simulación, identificá cuál de las magnitudes propuestas en la segunda columna, corresponde a la variable dependiente y cuál a la variable independiente.

|                        |           |
|------------------------|-----------|
| Variable dependiente   | Elegir... |
| Variable independiente | Elegir... |

3) Analizó la simulación, modificando los valores del tiempo y observando qué sucede con la cantidad de agua en la pileta.  
Elegí cuál o cuáles de las siguientes afirmaciones considerás que son correctas.

a. A medida que el tiempo transcurre, la cantidad de agua que hay en la pileta disminuye.  
 b. Al momento de encender la bomba nuevamente, la pileta se encuentra vacía.  
 c. A medida que el tiempo transcurre, la cantidad de agua que arroja la bomba por minuto es siempre la misma.  
 d. En el minuto 52, la pileta ya se encuentra llena y la bomba apagada hace dos minutos.  
 e. En el minuto 48, la pileta se encuentra llena.  
 f. A medida que el tiempo transcurre, la cantidad de agua que arroja la bomba por minuto es cada vez mayor.  
 g. A medida que el tiempo transcurre, la cantidad de agua que hay en la pileta aumenta.

4) ¿Cuántos litros de agua tendrá la pileta luego de 5 minutos? ¿Y luego de media hora? ¿Y luego de 45 minutos y medio?

Cantidad de agua a los 5 minutos:  Litros  
 Cantidad de agua a la media hora:  Litros  
 Cantidad de agua a los 45 minutos y medio:  Litros

5) Decidí si la siguiente afirmación es Verdadera o Falsa:  
**A los 10 minutos de haber encendido la bomba (una vez reparada), habrá el doble de litros de agua que a los 5 minutos.**

a. Falso  
 b. Verdadero

6) Desde que la bomba se vuelve a encender después del desperfecto, ¿cuántos minutos deben pasar para que la pileta tenga 3.000 litros de agua? ¿Y para que tenga 4.300 litros?

Para que la pileta tenga 3.000 litros, pasaran:  Minutos  
 Para que la pileta tenga 4.300 litros, pasaran:  Minutos

7) Decidí si la siguiente afirmación es verdadera o falsa.  
**Para llenar la pileta, la bomba estuvo encendida durante 60 minutos.**

a. Falso  
 b. Verdadero

8) ¿Cuántos litros de capacidad tiene la pileta?  
Elegí la opción correcta:

a. Tiene una capacidad de 6.000 litros.  
 b. Tiene una capacidad de 100 litros.  
 c. Tiene una capacidad de 5.000 litros.  
 d. Tiene una capacidad de 1.000 litros.

a)

Para cada una de las siguientes preguntas, indicá la respuesta en el cuadro de texto que figura más abajo. Para diferenciar cada respuesta, **recordá escribir el número de pregunta que estás respondiendo** en cada resolución.

9) ¿Cuántos litros de agua tenía la pileta al momento de encender la bomba? **Explicá** cómo usaste la simulación para hallar este valor.

10) ¿Cuántos litros de agua carga por minuto la bomba? **Explicá** cómo usaste la simulación y, si utilizaste algún cálculo, mostralo.

11) Sin utilizar la simulación, ¿cómo harías para calcular cuántos litros de agua habrá en la pileta luego de 27 minutos? **Mostrar los cálculos realizados.**

12) Retomemos la pregunta “¿Es cierto que a los 10 minutos habrá el doble de litros de agua que a los 5 minutos?”. Si bien ya respondiste si es Verdadera o Falsa, ¿por qué te parece que es así? **Explicá tu respuesta.**

b)

Figura 5. a) Imagen adaptada donde se agruparon todas las preguntas cerradas del recurso digital seleccionado. b) Captura de pantalla donde se muestran todas las preguntas abiertas del recurso digital seleccionado.

A partir de dicho recurso, se propone explorar las principales características de las funciones lineales. En particular y según las consideraciones de la coordinación de Matemática Inicial, las primeras dos preguntas apuntan a explorar las variables de las funciones matemáticas de forma genérica. En otras palabras, que los estudiantes logren distinguir entre la variable independiente simbolizada generalmente con la “x” y la variable dependiente con la “y”. Mientras, que el resto de las preguntas abordaban conceptos tales como la ordenada al origen, la dependencia de los valores de “y” en función de los de “x”, así como también el análisis de la pendiente de la función lineal y la ordenada al origen.

## **Análisis de las configuraciones didácticas**

Trouche (2004) señala que la configuración didáctica consiste en la organización de la enseñanza y una configuración del entorno en donde se llevará a cabo los procesos de enseñanza y aprendizaje, teniendo en cuenta la disposición de los artefactos y de los actores que participarán en dicho proceso.

Dadas las características de la actividad en estudio, el ambiente de enseñanza de la misma, puede suceder tanto en el ambiente virtual (campus) y/o en el ambiente presencial (aula física) definido previamente como modalidad integrada.

En cuanto al ambiente presencial, como se mencionó previamente, se tuvo en cuenta en la selección de los casos de análisis, que las aulas dispongan de todos los elementos necesarios para que los docentes seleccionados puedan orquestar las actividades mediante el uso de la tecnología, en caso de que así lo decidieran. En particular, las aulas seleccionadas disponían de los mismos recursos: la posibilidad de conexión a internet mediante *wi-fi* y un proyector funcional apuntado a un pizarrón. Sin embargo, cabe destacar que, durante el desarrollo de las clases observadas, ninguno de los dos docentes utilizó el proyector.

Por otra parte, para describir el ambiente virtual, podemos decir que la actividad se encuentra inserta en la pestaña correspondiente a la unidad 2 y dentro de la misma en la subpestaña correspondiente a la 4<sup>o</sup> semana de cursada (Figura 6). En ella se abordan los primeros conceptos de las funciones matemáticas y en particular las funciones lineales.

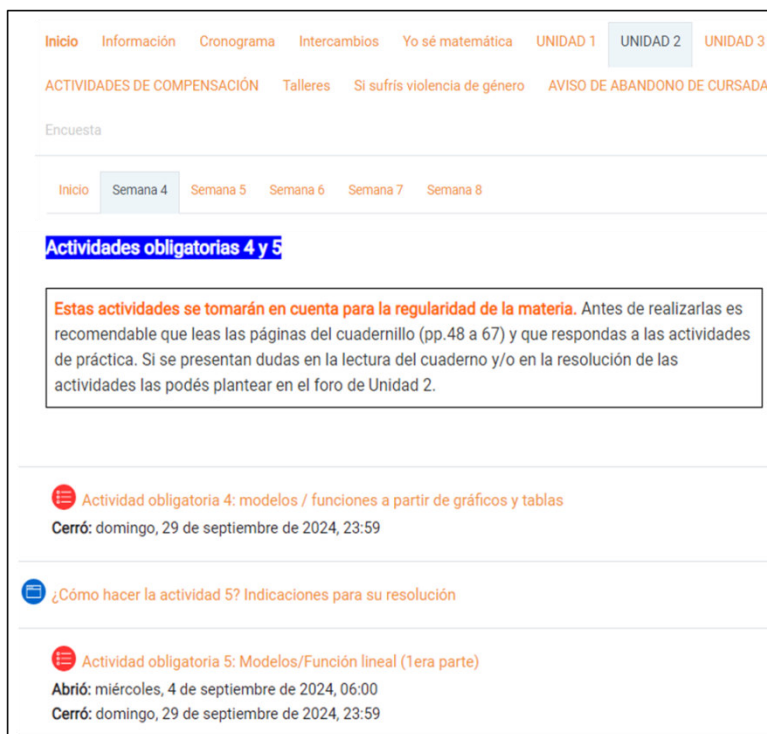


Figura 6. Disposición del recurso digital en estudio dentro del aula virtual de Matemática Inicial.

Respecto a cómo trabajar con la actividad, se había establecido, por parte de la coordinación de materia, que la actividad se presente directamente de forma virtual, a través del campus, con una fecha de inicio y finalización de la misma. Además, se sugería la realización de la actividad (al menos un intento) por parte de los estudiantes de forma previa a la clase presencial. Sin embargo, cada docente tenía la libertad de sugerir a sus estudiantes de qué forma comenzar con la actividad ya que contaban con dos intentos, los cuales podían iniciar en cualquier momento dentro de la ventana temporal estipulada, predeterminada por la coordinación de la materia. En otras palabras, los estudiantes podían optar cuando realizar la actividad: de forma previa a la clase presencial, directamente en la clase presencial o de forma posterior a la misma.

Por otra parte, para llevar a cabo actividad propuesta en el campus virtual, se estipuló el uso del *software* GeoGebra por ser de uso libre y por su versatilidad, ya sea de índole matemática como por su capacidad de funcionar en la mayoría de los dispositivos electrónicos. Dada esta última característica, cada estudiante podía utilizar el *hardware* que disponga (computadoras, *smartphone* y/o tablets). En este sentido cabe señalar, que en la observación de las clases, se evidenció que solo unos pocos estudiantes

manifestaron el uso de computadoras, cuando realizaron la actividad en sus casas. Mientras que la mayoría de los estudiantes utilizaron un *smartphone* para trabajar con la simulación en las clases presenciales observadas.

### **Configuración didáctica de María**

Para determinar la forma en que María planificó la configuración didáctica inicial y posibles modos de explotación de la actividad en estudio se realizó, antes del comienzo de la clase presencial, una entrevista semiestructurada. En dicha entrevista se indagó acerca de las apreciaciones de María respecto de la actividad, de las indicaciones dadas a los estudiantes y sus producciones en el campus.

En relación con la actividad:

“Me encanto la actividad para empezar, porque me parece que te lleva a pensar en la proporcionalidad directa y después se encuentran que tienen que sumarle el fijo de una función lineal. Además, me gusto el atractivo de la imagen: esto de que va moviendo el cursor y el agua va subiendo a medida que pasa el tiempo. Yo me tome el trabajo de mirarla, ingresar, leer las preguntas y analizarlas porque quiero ver que es lo que surge en el aula (haciendo referencia al aula presencial). Hacer un poco ahí a ver qué es lo que ellos hicieron ya que son muy pocos los que participaron”

Respecto de las producciones de los estudiantes:

“No alcance a mirar lo que hicieron. Sin embargo, al domingo, de 115 estudiantes en 3 comisiones solo 11 participaron de la actividad”

Lo anterior da cuenta de la interiorización de las características de la actividad por parte de María y de una valoración positiva de la docente respecto de él. Sin embargo, no hay indicios aún de la forma en que se propondrá orquestarlo, siendo que esta tarea pareciera estar supeditada a la participaciones de los estudiantes de manera previa y durante la clase.

En el devenir de la entrevista, van surgiendo elementos de la configuración didáctica planificada y algunos indicios de cómo piensa explotar los recursos disponibles en el aula presencial. También en relación a los recursos utilizados para la comunicación. Respecto de esto último, la docente comenta que compartió previamente el enlace a la actividad mediante *WhatsApp* con una estudiante referente que lo socializa con el resto del grupo.

Podríamos interpretar esto como un estudiante a través del cual anticipa sus clases presenciales:

“Entonces le mande el enlace porque lo que quiero hacer es trabajarlo acá y que ingresen”

Cabe señalar que en dicho mensaje María solo comparte un *link* el cual lleva solo a la simulación y no a la actividad en estudio alojada en el campus. De esta forma los estudiantes podían explorar y familiarizarse con la simulación en sus casas sin ningún tipo de penalización (perdida de un intento de la actividad). En otras palabras, podemos inferir que la intención de María sería realizar la actividad completa, con todos sus estudiantes y en la clase presencial generando una interacción entre lo que ocurriría en el aula presencial y lo que simultáneamente estaría ocurriendo en el campus, generando de cierta forma un nexo entre ambos ambientes (virtual y presencial). Comenta que su idea es ir analizando una por una las consignas y que los estudiantes “jueguen con la aplicación sin ir mucho a lo matemático”. Pondera positivamente esta introducción del tema estableciendo como el propósito didáctico de la clase recuperar lo trabajado para presentar la expresión algebraica:

“Me encanta esta forma y estoy pensando en que ojala salga a lo ultimo armar la función lineal y si sale llevarlos a la expresión matemática”

Finalmente y en relación con la configuración didáctica, la docente plantea sus inquietudes respecto de los recursos disponibles en el aula presencial. Principalmente haciendo referencia a la incomodidad de resolver la actividad con el celular:

“El tema es como hacen sin computadora”

Por otra parte, y a partir ya de la observación de la clase, se evidenció que la docente tenía pensado resolver en orden las preguntas propuestas en la actividad, cada una de las cuales las leyó en voz alta para todos sus estudiantes. Sin embargo, en cada una de ellas, María utilizó diferentes modos de explotación, ya sea generando debates entre estudiantes y/o con los estudiantes, utilizando estudiantes para que expongan sus respuestas, generando nuevos interrogantes, sumando preguntas y/o respuestas de estudiantes para generar nuevas discusiones, entre otros, con la finalidad de fomentar la reflexión de los conceptos matemáticos de la función lineal abordados en cada pregunta.

## Configuración didáctica de Juan

En el caso Juan, dada su participación en el diseño y armado del recurso digital, se excluyo de la entrevista semiestructurada la pregunta acerca de las apreciaciones del docente con respecto a la actividad. Con lo cual, la entrevista se centró en el relevamiento y la observación, por parte del docente, de las producciones en el campus de los estudiantes, previas a la clase presencial y el posible retome o no de las mismas. En relación con el relevamiento de las producciones de sus estudiantes:

“Si, las vi y espere a último momento porque al miércoles había muy poquitas. El jueves seguía habiendo pocas. Me fije y en esta comisión, la de las 14, había en total unas 16 participaciones de 28 estudiantes. Bastante para lo que estoy sondeando”

A partir de este fragmento de la entrevista, podemos inferir que Juan realiza un seguimiento de las participaciones de sus estudiantes tanto en esta actividad como en otras actividades del aula virtual.

Por otra parte, cuando se indagó acerca del posible retome o no de las participaciones de los estudiantes, surgieron los primeros indicios de la configuración didáctica planificada por el docente.

“Si, voy a retomarlas. Pero, no voy a retomar de cero la actividad porque más de la mitad ya la hizo y la pensó”

En el devenir de la entrevista, surgió de forma espontanea una reflexión por parte del docente que amplía la información acerca de la configuración didáctica:

“Me llamaron dos cosas la atención: una les costó un montón el tema de identificar variables. De hecho, decía el enunciado elegir las dos variables y marcaban 3 o 4. Y también el tema de definir cuál es la dependiente y cuál es la independiente. Así que eso lo voy retomar. Y el tema de la justificación ya que cuando escribían ponían un dato y no explicaban porque”

A partir de estos fragmentos recabados de la entrevista, podemos inferir que Juan planifico la configuración didáctica general en base a las producciones de sus estudiantes en el campus. Más específicamente, podemos decir que Juan focalizó en los errores más comunes cometidos por sus estudiantes así como también en las falencias de los mismos frente a preguntas que requieran justificación. De esta forma, Juan decidió ponderar la

realización de ciertas preguntas por sobre otras, para articular con la simulación y orquestar la actividad.

Por último y a partir de la observación de la clase, se evidenció las indicaciones previas a la clase que les compartió a sus estudiantes

“En general no les digo que hagan la actividad obligatorias para una fecha determinada la hacen en el tiempo que pueden. Pero esta era especial porque les dije que había que hacerla antes de la clase porque la vamos a retomar”

### **Tipos de orquestaciones instrumentales evidenciadas**

A partir de la entrevista y la observación de la clase, se identificaron distintos tipos de orquestaciones descritas previamente, combinaciones de estas así nuevas formas de orquestaciones instrumentales, por parte de los docentes seleccionados. Cabe señalar que en este trabajo se consideró e incluyó como “pantalla” la de los *smartphone*, ya que los mismos fueron utilizados a lo largo de la clase tanto por los docentes seleccionados como por sus estudiantes.

### **Orquestaciones instrumentales observadas en la clase de María**

Para dar inicio a la actividad, tal como lo había comentado en la entrevista, María propone que ingresen a la simulación a través del campus (aula virtual) o a través del enlace enviado previamente por *Whatsapp* a una estudiante en particular. En dicho mensaje, la docente había indicado hacer un intento de la actividad, sugerencia coincidente con la realizada por la coordinación de la materia y compartida a todos los docentes por mail. Sin embargo, esta sugerencia generó un primer dilema en cuanto a la orquestación del instrumento por parte de la docente, ya que se generaron dos grupos de estudiantes: quienes habían realizado la actividad y quienes la comenzarían a realizar directamente en la clase presencial.

“No sé cómo van a trabajar algunos que ya hicieron la actividad, por ahí ustedes me dirán”

Además, debido a las características propias del instrumento (actividad obligatoria de dos intentos) se generó un dilema entre los estudiantes. Ya que los estudiantes que habían realizado un intento, si iniciaban uno nuevo, no les quedaría ninguno para resolver la actividad postclase, en caso de que necesitaran hacer algunos ajustes. Mientras que

aquellos estudiantes que no habían hecho ningún intento, podrían iniciarlo en clase y dejar, en caso de resultar necesario, la realización del segundo para otro momento. En este punto, María decidió dar libertad de decisión a los estudiantes que ya habían realizado un primer intento mientras que a los que nunca habían ingresado les sugirió que ingresaran en la clase. Ahora bien, independiente de esta división del grupo, María invitó a todos sus estudiantes a iniciar la actividad y comenzar la exploración de la misma.

“Si quieren pueden ir abriendo la aplicación, jugando con el simulador o en el *WhatsApp* y mirar que es lo que pasa”... “El tema es abrir el enlace, jugar con la pelotita esa para mover en la simulación, ver qué pasa con la piletta y luego vamos a responder las preguntas”

Sobre la base de esto y de la entrevista realizada de forma previa a la clase, podemos inferir que en una primera instancia, la intención de María era que los estudiantes exploraran el uso de la simulación de forma previa a la clase presencial. En otras palabras, podemos decir que María tenía planificado que sus estudiantes comenzaran el proceso de instrumentalización del artefacto de forma individual y exclusivamente virtual. Sin embargo, fueron muy pocos los estudiantes que habían explorado la simulación de forma previa a la clase presencial. Es por este motivo que al inicio de la clase presencial la mayoría de los estudiantes iniciaron directamente la actividad con sus *smartphone*. Una vez iniciado el intento por parte de los estudiantes, María decidió dejarles unos minutos para la exploración individual. Dicha acción permitió que cada estudiante realice su propio proceso de instrumentalización del artefacto (Figura 7). A su vez, esto generó que se difuminaran las diferencias entre aquellos estudiantes que ya habían explorado la simulación y los que no, quedando conformado un solo grupo de estudiantes explorando en simultáneo.

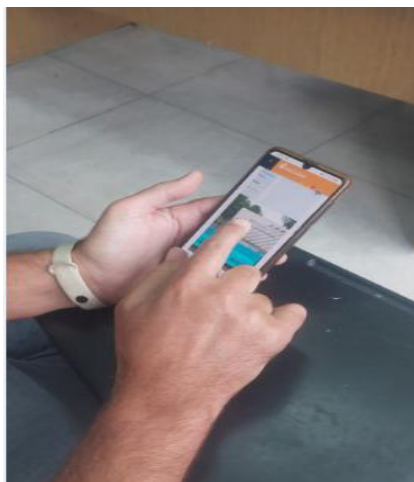


Figura 7. Fotografía de estudiante utilizando la simulación en su *smartphone*.

En el abordaje de las primeras 2 preguntas de la actividad, María utilizó la orquestación Discute-la-pantalla, en la cual el docente guía la discusión sobre lo que sucede en las pantallas con el fin de potenciar la génesis instrumental colectiva. En particular, se observó el uso de los *smartphone* tanto por parte de la docente como por sus estudiantes, mientras la docente realizaba preguntas abiertas, extras a las propuestas en la actividad, con el fin de fomentar el debate. De esta forma, María gestionó un espacio en el cual algunos estudiantes exponen sus razonamientos (mostrando sus *smartphone*). Es por ello que se propone en este trabajo modificar el nombre de la orquestación a Discusión-sobre-pantallas. En este caso particular, la discusión sucede en torno a las variables de la función en el contexto de la actividad como se puede evidenciar en el siguiente extracto:

Estudiante 1: Yo puse primero la cantidad de agua que había en la pileta y me puso que estaba mal (haciendo referencia a la corrección automática del campus).

Estudiante 2: Yo puse el tiempo transcurrido mientras se carga la pileta y la cantidad de agua que hay en la pileta en los distintos momentos. Eso me dijo que estaba bien (haciendo referencia a la corrección automática del campus).

María: Entonces, el tiempo transcurrido y....

Varios estudiantes: La cantidad de agua que hay en la pileta.

María: Y entonces ¿Qué va en el eje x y que va en el eje y?

Estudiante 1: En el eje X va el tiempo.

María: ¿Y en el eje y?

Varios estudiantes: La cantidad de agua.

Al final de la pregunta dos, María decide asignarle un rol preponderante a la simulación y utilizarla como nexo con la siguiente pregunta de la actividad, en la cual se indaga acerca de la pendiente de la función lineal. Sin embargo, en una primera instancia María, deja de lado la consigna de la pregunta 3, con el fin de estudiar la variación de la cantidad de agua en función del tiempo directamente desde la simulación y de forma independiente a lo que se proponía en la actividad, diciendo: “Yo pregunto, más allá de las respuestas ¿Están moviendo el cursor jugando a ver qué pasa?” Esta pregunta hizo que los estudiantes volvieran a hacer foco en la simulación y la exploración de la misma.

De esta forma se observó que María, continuo favoreciendo en proceso de instrumentalización del artefacto fomentando el uso y exploración de la simulación por parte de los estudiantes abordando dos conceptos claves en el análisis de las funciones lineales: la ordenada al origen y la pendiente de la función.

Luego de dejar un tiempo para que los estudiantes continúen explorando la simulación, María retoma la pregunta 3 de la actividad a partir de una intervención espontanea de un estudiante, quien se ve interpelado por la relación entre el llenado por completo de la pileta y la grafica de la función (concepto que no es abordado de forma directa en la actividad). Esta intervención es aprovechada por María quien lo invita a que grafique y comente sus pensamientos en el pizarrón, coincidente con un tipo de orquestación descrita previamente como (Estudiante- Sherpa):

Estudiante sherpa: Si hacemos el gráfico, es como queda una meseta en un momento.

María: A ver ¿Qué estás pensando? Si tuvieses que graficar esa meseta ¿Cómo la graficarías?

El estudiante pasa al pizarrón y mientras grafica (Figura 8), explica con su *smartphone* en la mano:

“Acá arranca en cero con 1000 litros y en algún momento hace esto (haciendo referencia al crecimiento lineal) pero se mantiene hasta el minuto 50 donde queda constante. Pero bueno, la pregunta en sí dice a medida que el tiempo transcurre si se sigue llenando y ahí vemos que en realidad hay minutos donde no nos estaría llenando”.

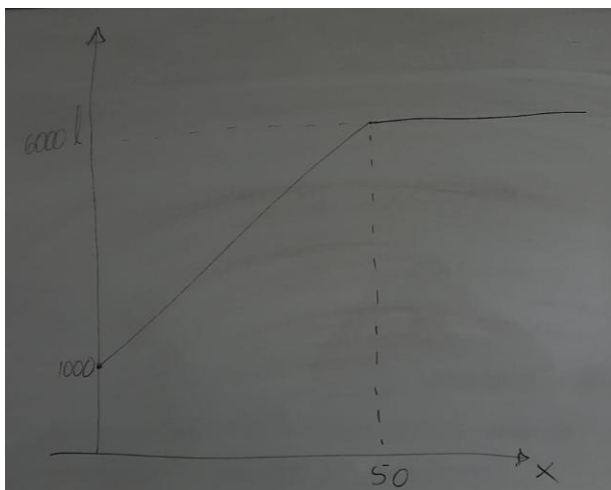


Figura 8. Fotografía donde se visualiza la representación grafica de la función realizada por un estudiante.

Este hecho motivo, a que más estudiantes, quienes se encontraban explorando, comparando y analizando las respuestas del estudiante sherpa con la simulación en sus *smartphone*, se sumaran al debate:

Estudiante 1: Porque la bomba se apaga.

Estudiante sherpa: Claro pero hay momentos donde la pileta no se llena. Porque en realidad desde el minuto 50 al minuto 60 siempre está llena.

Estudiante 2: Claro, fijate que en la consigna dice, que cuando la pileta llega al límite de tantos litros se apaga.

María: No, es cuando está llena.

Estudiante sherpa: Claro te entiendo, pero la pregunta dice a medida que el tiempo aumenta la pileta se llena. Entonces, se debería haber rebalsado.

Estudiante 3: Sí, siguiendo esa lógica

María: ¿Que está perdiendo de vista él? (Haciendo referencia al Estudiante sherpa)

Varios estudiantes: Que se apaga la bomba.

En el transcurso del debate, María utilizando la grafica realizada por el estudiante sherpa, señala y comenta:

“Desde acá la pileta ya tiene agua (haciendo referencia a la ordenada al origen) y luego se apaga en el minuto 50”

De esta forma, ocurrió en simultaneo un debate acerca de lo que estaba graficando el estudiante sherpa en el pizarrón, lo que estaban observando el resto de los estudiantes en sus pantallas y lo que María enlazaba con la grafica realizada por el estudiante sherpa. En otras palabras, podemos decir que de forma espontanea ocurrió una combinación de 3 orquestaciones instrumentales descritas previamente: Estudiante-Sherpa; Discute-la-pantalla y Enlaza-pantalla-pizarrón.

Cabe destacar que la orquestación Enlaza-pantalla-pizarrón surgió debido a la decisión de la docente de no utilizar el proyector. De haberlo empleado, es probable que la interacción con el pizarrón hubiese sido diferente, ya que la imagen proyectada podría haber centralizado la atención y modificado la dinámica de la clase. En este caso, María tomó la grafica del estudiante sherpa y las pantallas individuales de los estudiantes, pero sin profundizar el análisis de lo escrito en el pizarrón.

Por otra parte, cabe señalar que en el abordaje de dicha pregunta se observaron dificultades en cuanto al uso de la simulación. Estas dificultades se debieron principalmente al tipo de dispositivo electrónico utilizado por los estudiantes para realizar la actividad como se puede apreciar en el siguiente dialogo:

Estudiante 1: En el minuto 52 la pileta se encuentra llena y la bomba apagada hace 2 minutos. Es verdadera.

María: ¿Por qué? ¿A dónde lo viste?

Estudiante 1: Estuve bastante tiempo fijándome en el minuto exacto en que se llena la pileta.

María: Pero, ¿Cómo buscaste, en la simulación, el momento exacto en que se llena la pileta?

Estudiante 1: Yo fui calibrando con el dedo moviendo muy de a poco hasta que llegué a que se llenó.

Estudiante 2: Yo lo movía con la flechita de la compu.

María: Claro, eso es de lo que estoy hablando. Porque vos decís: despacito con el dedo en el celular es un poco más complicado y con la compu usando la flechita es más preciso.

Sin embargo, a pesar de estas diferencias en los dispositivos utilizados, los estudiantes mediante la guía de la docente, quien se acerco a ayudar a aquellos que manifestaron

tener dificultades, pudieron unificar las formas de utilización de la simulación coincidente con el tipo de orquestación Apoyo-técnico.

En cuanto al abordaje de la consigna 4 a la 8 inclusive, no se observó ningún tipo de orquestación en particular ya que simplemente María procedió a leer las preguntas y/o opciones de respuestas en voz alta, a las cuales la mayoría de los estudiantes respondieron en forma casi simultánea. En principio esto pudo deberse a dos motivos principales: la naturaleza de las preguntas y/o a que varios de los conceptos abordados en ellas ya habían sido discutidos previamente.

Por otra parte, al trabajar con las consignas 9 y 10 de la actividad y frente a la respuesta de sólo un par de estudiantes, quienes seguían las consignas con sus *smartphone*, María decidió guiar la resolución de la pregunta a través de las respuestas de dichos estudiantes.

María: ¿Cuántos litros de agua tenía la pileta al momento de encender la bomba?  
Explica cómo usaste la simulación para hallar ese valor.

Estudiante 1: Al momento de encender la bomba la pileta tenía 1000 litros de agua.

María: ¿Y cómo usaste la simulación?

Estudiante 1: Y porque pensé en el punto del inicio (mostrando en su teléfono celular el punto correspondiente a los cero minutos. Un punto clave de una función lineal ya que determina la ordenada al origen).

Estudiante 1: Claro, al principio de todo para ver el inicio.

María: y ahí te dio 1000. ¿Otra respuesta?

Estudiante2: Al momento de encender la bomba la pileta estaba vacía

Varios estudiantes: No.

María: ¿Por qué le dijeron que no? ¿Por qué lo están calificando?

Estudiante 2: Porque la bomba se encendió y se rompió.

Estudiante 3: Claro pero la simulación directamente arranca en 1000.

Estudiante 4: Bueno pero ahí no especifica si es la primera vez que se encendió la bomba o la segunda vez que encendió la bomba.

María: ¿A ver estudiante 1? ¿Qué le querías refutar al estudiante 4?

Estudiante 1: Lo mismo que dice la compañera. Acá no está graficado desde el momento que arranca y se rompe la bomba, sino que está representado desde el minuto cero con 1000 litros.

Estudiante 5: Bueno yo puse que se trata solamente a partir de que se arregla la bomba. Porque si no, no tiene sentido la simulación. Empezaría la simulación desde cero. Es como si pusieras una rayita (haciendo referencia al volumen de agua inicial de la pileta) y a partir de ahí, se rompió la bomba y empezás a contar.

A partir de este extracto de la clase, podemos decir que las consignas 9 y 10 de la actividad fueron orquestadas junto con la simulación, mediante la orquestación que denominamos previamente como Discusión-sobre-pantallas.

Posteriormente, durante la lectura en voz alta de la consigna 11, María decidió fomentar la participación de aquellos estudiantes que hasta el momento no habían intervenido en la clase. Esto se evidencia cuando un estudiante, que había tenido intervenciones en la mayoría de las consignas previas, pide participar y María le responde: “¿Otro que quiera contar?”. Sin embargo, esto solo generó una sola respuesta en forma de pregunta: “¿Usando la regla de tres simple?”. Esto llevó a María a realizar un viraje en la forma de explotación. En dicho viraje, se observó un nuevo tipo de orquestación a la cual denominamos como Resolución-guiada-inversa. En este tipo de orquestación uno o más estudiantes, utilizando sus *smartphone*, guían la actividad y le indican al docente que debe realizar en cada paso, mientras este lo escribe en el pizarrón. Este tipo de orquestación se caracteriza por un corrimiento de la escena por parte del docente, quien pasa a ocupar un lugar secundario, mientras es guiado por uno o más estudiantes, quienes a su vez interactúan con el artefacto, como se evidencia en las palabras de María “¿Qué es eso de la regla de tres simple? ¿Lo hiciste? Si querés, me decís vos”. Esto condujo a que María efectivamente comience a ser guiada por el estudiante, quien mientras verificaba el resultado de la regla de tres simple con la simulación, le dicta a María que debía escribir en el pizarrón.

De cierta forma, podemos inferir que la intención de la docente fue quitarse del centro de la escena para dar lugar a la participación de los estudiantes. Lo cual se corrobora, cuando la docente comenta “¿Acá abajo pongo los minutos? La profe no sabe, díganme ustedes”. Este simple hecho de quitarse del centro de la escena generó la participación y debate entre los estudiantes como se puede apreciar en el siguiente diálogo:

María: ¿27 acá? ¿Y qué pongo de este lado?

Estudiante 1: No, en un minuto serían 100 litros. Si hacemos la regla de tres simple como decían. Entonces tenemos que hacer: en un minuto 100 litros y después le sumamos los 1000.

María: No sé, ella me dijo qué ponga 1100.

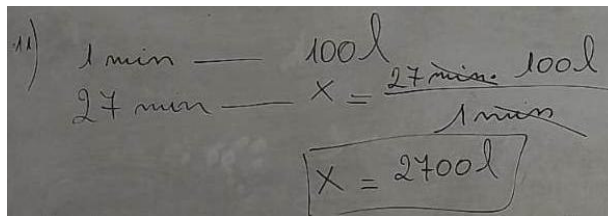
Varios estudiantes: Nooo!!!

María: ¿No? ¿Por qué no?

Varios estudiantes: En un minuto 100 l

María: Y en 27 minutos ¿pongo la “x” no? Y bueno, ¿Ahora qué hago con la regla de tres simple?

A partir de estas preguntas de la docente, varios estudiantes responden de qué forma se debe resolver la regla de tres simple planteada verificando los resultados de la misma con sus *smartphone* (Figura 9)

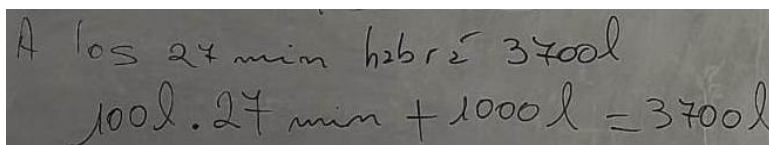


11) 
$$\begin{array}{l} 1 \text{ min} \text{ --- } 100 \text{ l} \\ 27 \text{ min} \text{ --- } x \end{array} \quad x = \frac{27 \text{ min} \cdot 100 \text{ l}}{1 \text{ min}}$$
$$x = 2700 \text{ l}$$

Figura 9. Fotografía donde se visualiza lo que fue guiado por los estudiantes y representado en el pizarrón por la docente.

Sin embargo, la respuesta a la pregunta no está completa ya que al plantearse como una regla de tres simple, no se está considerando la parte fija de la función lineal. En otras palabras, los 1000 litros que tenía la pileta cuando se inicia nuevamente su carga, correspondientes a la ordenada al origen de la función. Esto es aprovechado por María para volver al centro de la escena, guiando el razonamiento de lo que observan los estudiantes en sus pantallas (usando la simulación), mientras escribe dichos razonamientos en el pizarrón y agrega “¿O sea 2700 va a haber?” a la cual la mayoría de los estudiantes responde que no, que deberían sumar los 1000 litros iniciales. Ante estas respuestas, la docente le pide a los estudiantes que verifiquen dicho resultado en la simulación diciendo: “vayan verificando el resultado, utilizando la simulación moviendo el cursor hasta los 27 minutos”. Esto permitió que todos los estudiantes logran llegar al

resultado verificando el mismo en la simulación mientras la docente formaliza dicha respuesta en el pizarrón (Figura 10).



A los 27 min habrá 3700l  
 $1000 \cdot 27 \text{ min} + 1000 \text{ l} = 3700 \text{ l}$

Figura 10. Respuesta a la pregunta 11 de la actividad escrita en el pizarrón por la docente.

En otras palabras, podemos decir que María pasó de una orquestación del tipo Resolución Guiada Inversa en la cual ocupaba un rol secundario a un tipo de orquestación Enlaza-pantalla-pizarrón donde pasa a ocupar un rol central. De cierta forma, podemos decir que el tipo de orquestación Resolución Guiada Inversa puede ser utilizada para fomentar la participación de los estudiantes y luego ser combinada con otro tipo de orquestación.

Posteriormente, María decidió continuar con la pregunta 12, en la cual se indaga acerca de si la cantidad de litros a los 5 minutos es el doble que a los 10 minutos, en un formato de respuesta abierta. Para abordar dicha pregunta, María utilizó la combinación de dos tipos de orquestaciones: Indica-y-muestra y Enlaza-pantalla-pizarrón. Cómo se evidencia en la participación de los estudiantes y la posterior actuación de María:

Estudiante: “Bueno le explico. No es el doble porque tiene una base de 1000 litros. Si tuviese una base de 0 litros, sí sería el doble. O sea por qué carga 500 litros en 5 minutos y en otros 5 minutos llegaría a los 1000 litros. Pero al ya tener una base de 1000 litros se tendrían que sumar”.

Cabe señalar que el estudiante al dar dicha respuesta, mostraba en su *smartphone*, como su resultado coincidía con los 1000 litros iniciales llevando el deslizador a los cero minutos. Si bien esta es una de las primeras respuestas, en la misma, se evidencia que el estudiante logró distinguir entre una función lineal con un valor determinado de ordenada al origen y otra hipotética generada por el estudiante a fin de justificar su razonamiento. En otras palabras, la función simulada en la actividad, tiene como ordenada al origen el punto (0;1000), mientras que la función generada por el estudiante para justificar la falsedad de la afirmación planteada en la pregunta 12, tiene como ordenada al origen el centro de coordenadas (0;0). Ante esta respuesta la docente la toma y la escribe en el

pizarrón (Enlaza-pantalla-pizarrón) a fin de que pueda ser visualizada por el resto de los estudiantes. Esto llevó a que más estudiantes se animen a responder (verificando sus respuestas con la simulación) generando un debate entre los estudiantes y la docente:

Estudiante 1: Es falsa ya que a los 10 minutos habrá 2000 litros. Y el doble de litros que posee el tanque a los 5 minutos debería ser de 3000, ya que a los 5 minutos hay 1500.

María: A ver, ¿Cómo sería?

Estudiante 2: Profe, yo puse que mi respuesta era falsa ya que cuando la pileta lleva 5 minutos tenía 1500 y cuando pasaron 10 minutos tenía 2000. Lo veo como más simple.

Estudiante 3: Es falso, ya que en la cuenta no se consideran los 1000 litros que ya tenía la pileta.

María: Me encanto eso. Y claro no se están teniendo en cuenta. Bueno, ahora vamos a redondear algo de teoría.

A partir de este punto la docente, y como cierre de la actividad, María utilizó la orquestación Instrucción-en-pizarrón, en la cual el docente está frente a la clase trabajando sólo con el pizarrón (no se usa y no se hace referencia al uso de tecnología digital) y se observan diferentes grados de participación e interacción de los estudiantes.

Como punto de partida, María decidió utilizar como insumo un artefacto generado previamente en la clase por un estudiante, quien había realizado un grafico aproximado de la función lineal en análisis (Figura 8). A partir dicho artefacto, María invitó a sus estudiantes a reflexionar sobre el mismo:

María: ¿Ustedes creen que es así el gráfico? Es decir, el gráfico ¿Estaría representando esta situación?

Varios estudiantes: No.

María: Y entonces, ¿Qué función sería? ¿Qué dibujarían? ¿Cómo representarían la situación desde lo matemático haciendo un gráfico? ¿Representarían una función que sube y baja?

Varios estudiantes responden que no, ya que se trataría de una función lineal.

María: Ah y ¿Cuál es la expresión matemática que representa la función lineal? Quizás la vieron con otras letras. ¿Quién es b?

Estudiante 1: La ordenada al origen.

María: Bien ¿Y qué es la ordenada al origen?

Estudiante 2: El punto de intersección con el eje y.

María: Ok, es donde la función corta al eje y. Entonces pensemos en el de la pileta ¿Cuál será nuestra ordenada al origen? ¿Es cero?

Estudiante 1: 1000 litros.

María: Perfecto, es el valor inicial. Es un valor fijo. ¿Y qué es la pendiente en una función lineal?

Estudiante 1: Es lo que indica la inclinación.

María: Bien, y un poco más matemático. ¿Qué pasa si “a” es positivo

Estudiante 3: Va a ser creciente.

María: ¿Y si es negativo?

Varios estudiantes: Va a ser decreciente.

Mientras sucede todo este intercambio, María va escribiendo en el pizarrón la expresión genérica de las funciones lineales y sus principales componentes (Figura 11).

$y = ax + b$

pendiente (inclinación de la recta)

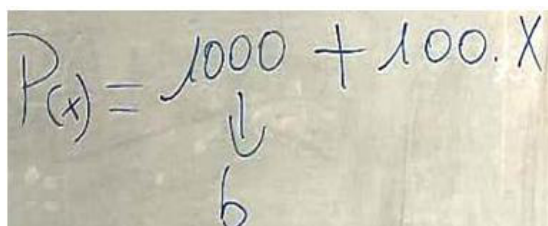
ordenada al origen (corta al eje y)

Figura 11. Representación genérica de las funciones lineales realizada por la docente en el pizarrón.

Para finalizar, María propone como actividad, armar la expresión matemática que se plantea en la simulación, pero sin utilizar la misma “Muy bien. Sin que ustedes se dieran cuenta, armaron la función que representa a nuestra pileta y como es pileta le podemos

poner  $P(x)$ . ¿Cómo escribirían la expresión utilizando la pendiente y la ordenada de una función lineal? Es decir, la expresión que me permitiría, sin la simulación, saber en cada minuto cuántos litros de agua hay”.

Mientras los estudiantes van dando las respuestas la docente las va anotando en el pizarrón hasta que queda formalizada la expresión matemática de la función en estudio (Figura 12).


$$P(x) = 1000 + 100 \cdot X$$

↓  
6

Figura 12. Representación de la función lineal abordada en el recurso digital “Actividad obligatoria 5: Modelos/Función lineal (1era parte) Llenando la pileta”, realizada por María en el pizarrón.

Por último, para el cierre de la clase María decidió sumar un artefacto (adicional al propuesto por la cátedra) que ya tenía diseñado previamente (Figura 13). Dicho artefacto consistió en la grafica de dos funciones lineales, siendo una de ellas la representación grafica de la función lineal abordada en la actividad (el llenado de la pileta) mientras que la otra consistía en una función lineal decreciente.

Mientras graficaba ambas funciones en el pizarrón María les comentaba a sus estudiantes: “Vamos a hacer uno rápido que piensen. ¿Qué pasaría si yo dibujo esta recta? ¿Qué representa este dibujo?”

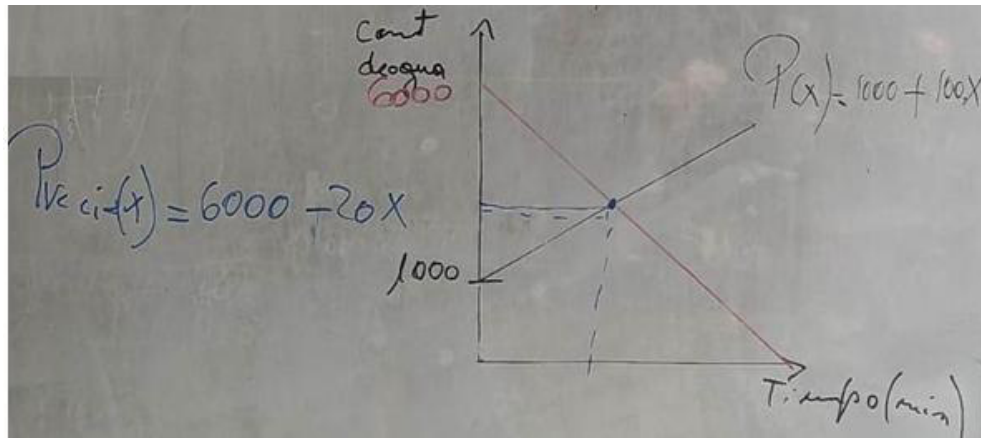


Figura 13. Fotografía del artefacto pensado *a priori* por María, donde se visualiza la grafica de la función lineal aborda en el recurso digital junto con la grafica de una función lineal decreciente.

A partir de la inclusión de dicho artefacto, se genera un debate con los estudiantes en el cual se abandono el uso de la tecnología tanto por parte de María como por sus estudiantes.

#### **Orquestaciones instrumentales observadas en la clase de Juan**

Sobre la base de la entrevista previa a la clase y la observación de los primeros momentos de la misma, se evidenció que para la preparación de su clase, Juan consideró las respuestas subidas por sus estudiantes al campus. En este sentido, es importante destacar que dichas respuestas serán tomadas como insumos a lo largo de la clase. Además, a partir de las dificultades observadas en resoluciones de sus estudiantes, decide orquestar la actividad en un orden particular preponderando la resolución de algunas preguntas de por sobre otras. De hecho y tal como fue comentado por Juan en la entrevista pre clase, el foco de la actividad lo centró en la identificación de las variables (dependiente e independiente) y de la pendiente de la función lineal, así como también en la forma de justificar las respuestas.

Para dar inicio a la actividad, Juan les comenta a sus estudiantes que había revisado sus producciones y describe las características del artefacto tal como se puede observar en el siguiente extracto de la clase:

“Yo estuve viendo los cuestionarios que ustedes hicieron. Vieron que era un cuestionario diferente a las actividades obligatorias anteriores. Diferente porque

tenía una simulación y había que explorar un poco y había preguntas que eran de opciones múltiples, verdaderos y falsos, poner un valor y pero había uno que era un recuadro donde tenían que explicar el porqué y ahí les preguntaba porque usaron la simulación o explicar alguna cuenta y justificar”

Por otra parte, si bien marca que hubo una diferencia entre quienes hicieron la actividad y quienes no, propone unificar el grupo sugiriendo a quienes no hicieron la actividad, que ingresen al campus para familiarizarse con la simulación. Dicho en otras palabras, el docente intenta fomentar un proceso de instrumentalización por parte de los estudiantes que no hicieron la actividad:

“Gran parte hizo la actividad y otra parte no. Así que quiero que aquellos que aún no lo hicieron, si tienen acceso al campus, accedan aunque sea para ver la simulación porque vamos a estar retomando preguntas de esa actividad, pero no toda, solo algunas”

De esta forma, podemos observar como comienza a poner en práctica su configuración didáctica. Ya que, tal como lo había manifestado en la entrevista, tenía planeado realizar solo algunas preguntas particulares, basando su elección en las dificultades que presentaron sus estudiantes.

Luego de esperar unos minutos y verificar que la mayoría de sus estudiantes pudieron ingresar correctamente a la actividad, Juan comenzó explicando los aspectos generales de la actividad y la forma en la que los estudiantes podían trabajar con la simulación en sus *smartphone* como se puede apreciar en el siguiente extracto de la clase:

Juan: Ustedes ahí tenían una simulación donde tenían una pileta que figuraba cantidad de litros y aparecía un número. Además, tenían una barra con un punto que decía minutos. Y esa simulación ¿Qué es lo que nos permitía hacer? ¿Qué nos permitía mover o cambiar?

Varios estudiantes: Los minutos.

Juan: Si yo movía acá los minutos, moviéndome con el dedo para un lado o para el otro. Los minutos iban aumentando o disminuyendo. Es decir esto lo podía cambiar.

Estudiante 1: Si, si y dependiendo de los minutos, nos iba mostrando cuantos litros había cargado.

Juan: Perfecto, eso era la simulación y con ella, uno iba mirando distintas cosas y ustedes tenían que explorar con la simulación y después responder las preguntas que se planteaban.

A partir de este extracto de la clase, podemos ver como Juan explicó a sus estudiantes los aspectos técnicos de la simulación, coincidente con un tipo de orquestación denominada Demostración-técnica. Lo llamativo de este caso, es que dicha demostración técnica fue realizada por el docente en el pizarrón (Figura 14), descartando el posible uso del proyector disponible en el aula así como también su propio dispositivo móvil. En principio esto pudo deberse al conocimiento previo de la actividad por parte de Juan, ya que como se menciona previamente, había participado del armado de las consignas de la actividad y de la simulación realizada GeoGebra.

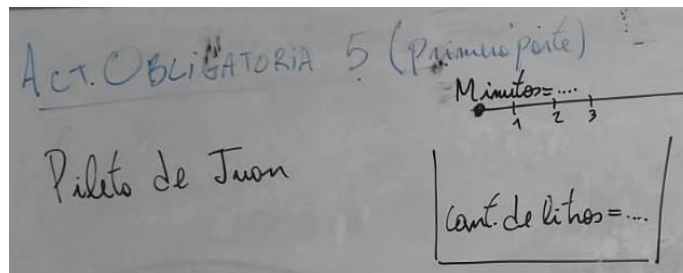


Figura 14. Representación grafica de la simulación realizada por Juan en el pizarrón.

Luego de la explicación técnica, Juan les dio aproximadamente 10 minutos a sus estudiantes para que puedan continuar explorando con la simulación, favoreciendo el proceso de instrumentalización. Es importante destacar, que dicha exploración fue monitoreada por Juan, mientras caminaba entre los bancos de los estudiantes, concordante con un tipo de orquestación denominada circula-mientras-trabajan. Posteriormente, Juan decidió promover el debate entre los actores de la clase, con la siguiente configuración didáctica: estudiantes explorando la simulación, cada uno con su *smartphone*, mientras el docente guía desde el frente de la clase sin usar ningún tipo de dispositivo digital. En otras palabras, el docente utilizó para introducir el debate, acerca de las variables en estudio, las pantallas de sus estudiantes quienes a su vez las compartían entre ellos.

Juan: ¿Cuáles son las variables que vemos en este problema?

Estudiante 1: El tiempo

Juan: Perfecto, el tiempo es una.

Estudiante 2: La cantidad de agua.

Juan: La cantidad de agua que.....

Estudiante 3: La cantidad de agua que pasa por minuto.

Juan: ¿La cantidad de agua que pasa por minuto?

Estudiante 2: No, la cantidad de agua que hay en los distintos momentos.

Juan: Bueno, ahí tengo 3 cosas. Esas tres cosas ¿Son lo mismo o son tres cosas distintas?

Estudiante 1: No, son diferentes.

Juan: Ok y la cantidad de agua que hay en distintos momentos ¿lo veo en la simulación?

Varios estudiantes: Si.

Juan: ¿Donde lo veo?

Estudiante 1: En la pileta (mostrando su *smartphone* y señalando la representación de la pileta)

Juan: O sea que cuando muevo el deslizador, puedo veo cuantos litros hay en la pileta. Es decir, a medida que muevo los minutos la cantidad de litros que hay en la pileta va variando. Si voy moviendo los minutos para un lado va aumentando el agua y la pileta se va llenando.

A partir de este extracto de clase, podemos inferir que Juan utilizó una combinación de dos tipos de orquestaciones: Enlaza-pantalla-pizarrón y Discute-la-pantalla. Sin embargo, dado que el docente no utiliza su propia pantalla ni proyecta la de ningún estudiante, podría renombrarse esta combinación de orquestaciones como Enlaza-y-discute-pantallas-pizarrón, en la cual el docente, vincula lo que los estudiantes observan en sus pantallas con lo que escribe en el pizarrón, mientras, genera un espacio de discusión en torno a esas observaciones. Es fundamental para este tipo de orquestación la disponibilidad de varias pantallas en simultáneo, ya que no se utiliza solo la proyección de una pantalla, como fue descrito por Drijvers *et. al* (2013), sino que de cierta forma podemos pensar como varias pantallas conectadas al mismo tiempo vinculadas con el pizarrón (Figura 15).

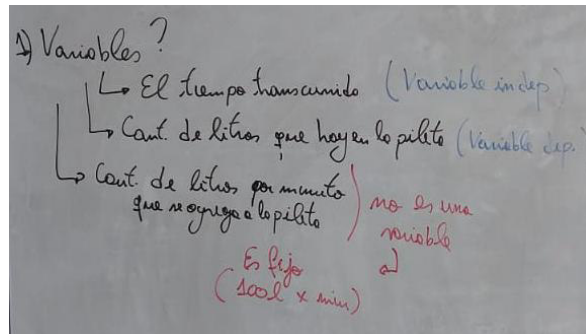


Figura 15. Listado de la variables en estudio realizado por Juan en el pizarrón.

Asimismo, para explorar el concepto de la pendiente de una función lineal, el docente decide orquestar la simulación, las respuestas de los estudiantes y el debate de las mismas, utilizando la combinación de orquestaciones descritas previamente como podemos apreciar en el siguiente extracto de la clase:

Juan: Por acá habían dicho que la cantidad de agua por minuto. Ahora bien, ¿La cantidad de agua que arroja la bomba, va variando por minuto?

Estudiante 1: No.

Juan: Bien, ¿Y cómo me doy cuenta que es siempre lo mismo?

Estudiante 2: Porque en cada minuto se suma 100 litros.

Juan: ¿Y cómo te diste cuenta de eso?

Estudiante 2: Porque se movían por cada minuto de a 100 litros (Mostrando el movimiento del deslizador desde la pantalla de su *smartphone*).

Juan: Bien, entonces moviendo el circulito, voy de 100 en 100 litros. Y en la simulación va de 1 en 1 los minutos. Es decir, si yo me voy moviendo despacito acá (señalando la representación de la simulación que realizó previamente en el pizarrón, Figura 14) y me muevo de 1 en 1. Veo que la cantidad de litros que va agregando es 100. Mientras comenta todo esto, Juan lo va escribiendo en el pizarrón (Figura 16).

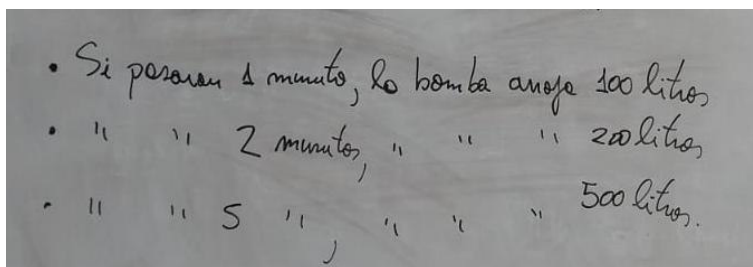


Figura 16. Representación realizada por Juan, de lo que están visualizando los estudiantes en sus pantallas

Cabe señalar que dicha combinación de orquestaciones (Enlaza-pantalla-pizarrón y Discute-la-pantalla), también fue implementada por Juan en el abordaje de las preguntas 4, 6 y 9, en las cuales se indaga acerca de la relación entre la cantidad de litros (variable dependiente) y el tiempo transcurrido (variable independiente):

Por último, para abordar las preguntas finales de la actividad, Juan dejó de lado la simulación, tal como se sugería en la misma actividad. Esto hizo que tuviera que cambiar la forma de orquestar la misma y pasara a utilizar un tipo de orquestación instrumental caracterizada y denominada por Drijvers *et. al* (2013) como Información-sobre-pizarrón. Dicha orquestación fue utilizada por Juan para comenzar a formalizar, junto con sus estudiantes, la expresión matemática de la función lineal abordada en la actividad (Figura 17).

Juan: Bien nos queda una pregunta más que decía: ¿A los 10 minutos, habrá el doble de litros que a los 5 minutos?

Estudiante 1: Falso

Juan: ¿Por qué falso?

Estudiante 1: Porque a los 5 minutos si no me equivoco tenía 1500 y si fuera el doble a los 10 minutos tendría que haber 3000 y en realidad a los 10 minutos tiene 2000.

Juan: Entonces a los 5 minutos tiene 1500 litros y a los 10 minutos tiene 2000 litros ¿Y que cuenta hacemos para llegar a estos litros? Acá no podemos usar la simulación

Estudiante 2: Con la regla de tres simple

Juan: Y si no quiero usar la regla de tres simple ¿Cómo escribo la cuenta?

Estudiante 3: Podemos hacer como hice yo: tenemos 100 por lo minutos que tenés más los 1000 litros.

Juan: Ok escribo  $100 \times 5 + 1000$  ¿No? Ahí no estamos escribiendo la regla de tres. Estamos haciendo como de otra manera la forma de llegar al resultado en un solo renglón ¿Y cómo sería la cuenta para llegar a los 2000 litros?

Estudiante 3: Sería lo mismo pero cambiaría el 10 por el 5

Juan: O que sea sería lo mismo pero cambiando el tiempo. Entonces con cuentas, sin usar la simulación, veo que a los 10 minutos no hay el doble.

The image shows a chalkboard with handwritten text and equations. At the top, it says: "A los 10 min, había el doble de litros que los 5'". Below this, there is a circled letter 'F' followed by two equations:  $5' \rightarrow 1500 \text{ l} = 100 \text{ l} \cdot 5 \text{ min} + 1000 \text{ l}$  and  $10' \rightarrow 2000 \text{ l} = 100 \text{ l} \cdot 10 \text{ min} + 1000 \text{ l}$ . The equations show a linear relationship between time and volume, with a constant rate of 100 liters per minute and a fixed volume of 1000 liters.

Figura 17. Respuesta a la pregunta 12 de la actividad representada por Juan en el pizarrón, donde se visualiza una incipiente formalización de la estructura de las funciones lineales.

Por último, para el final de la clase, Juan decidió sumar dos nuevos artefactos (Figura 18), pensados *a priori* teniendo en cuenta la actividad del llenado de la pileta, tal como se evidencia en sus palabras: "Le voy a agregar a esta actividad nuevas preguntas para pensar ahora".

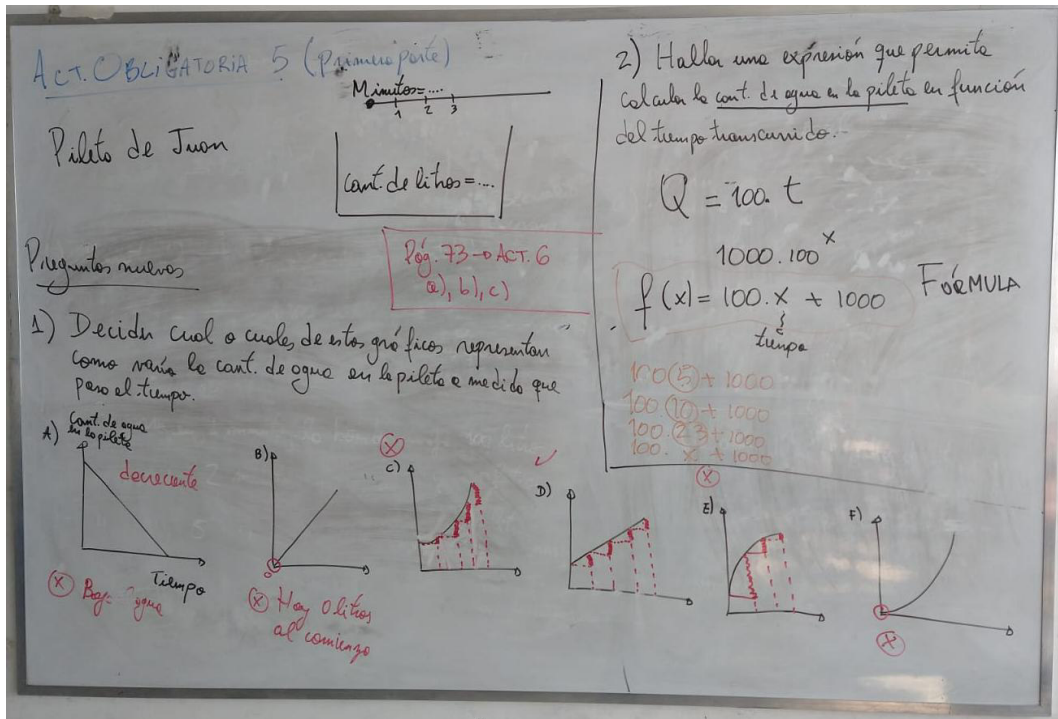


Figura 18. Fotografía del pizarrón de Juan en la cual se puede apreciar la representación de la simulación y los dos nuevos artefactos realizados por el docente.

A partir de las preguntas que se puede visualizar en la Figura 18, podemos inferir que la intención de Juan con la inclusión de las mismas, tenían la finalidad de explorar dos aspectos que no son evaluados directamente en la simulación: la grafica de una función lineal y la formalización de la expresión matemática de dicha función en el contexto del problema.

Cabe señalar, que si bien continuó utilizando el tipo de orquestación Información-sobre-el-pizarrón, la forma de explotación de estos artefactos fueron las únicas preguntas que el docente sugiere una forma de trabajo grupal:

“Bien a medida que van copiando, vayan pensando en estas dos preguntas y sobre todo en el primero que tiene que elegir cuál es el grafico correcto y explicar el porqué. Sugiero que lo hagan en grupo como ya trabajaron la vez pasada. Se pueden agrupar de la misma forma porque además, la próxima actividad que vamos a hacer también va a ser en grupos. Le dejo unos minutos y corregimos”

Además, a partir de sus palabras podemos inferir que este de modo de explotación parece utilizar con regularidad en sus clases. Asimismo, esto corroboró en la observación

de la clase presencial ya que los estudiantes se asociaron de forma natural, dando a entender que los grupos se habían establecido en clases anteriores.

Luego de dejar un tiempo para que los grupos de estudiantes reflexionen acerca de estos nuevos artefactos y su relación con la actividad del llenado de la pileta, Juan decide abrir el debate con todos los estudiantes comenzando con el primer artefacto. Sin embargo, al momento de iniciar el debate, Juan decidió cambiar la consigna original del artefacto que diseñó. Ya que en la misma, los estudiantes debían seleccionar el grafico correcto mientras que al comunicarlo en forma oral Juan comenta: “Bien pudieron pensarlo. Solo hasta donde llegaron. De los gráficos ¿Cuál descartaron?”. Esto provocó que algunos estudiantes efectivamente comenzaran a descartar los gráficos incorrectos mientras Juan los iba marcado con una cruz en el pizarrón (Figura 18). Sin embargo, se evidenció que al menos uno de los grupos de estudiante siguió la consigna original y su participación fue re direccionada por Juan su participación como se evidencia en el siguiente dialogo:

Estudiante: Yo fui directamente a la que elegí y le puse el porqué.

Juan: Bueno y ¿Por qué estos no?

De esta forma, los estudiantes junto con la guía del docente logran descartar los gráficos incorrectos y seleccionar el correcto. Por último, con el fin de formalizar la expresión matemática que represente la cantidad de agua con que se va llenado de la pileta en función del tiempo, Juan orquesto de la misma forma que la pregunta anterior (elección del grafico correcto): trabajo en grupo, debate generalizado y explicación en pizarrón. Además, decidió sumar lo trabajado previamente en las pregunta 12 de la actividad “Llenado de la pileta” como se puede evidenciar en el siguiente dialogo:

Juan: Se acuerdan que para 5 minutos habíamos hecho  $100 \text{ por } 5 + 1000$  ¿No? y para 10 minutos habíamos hecho  $100 \text{ por } 10 + 1000$ . O sea que es lo mismo pero cambia el tiempo. Es decir, estas son cuentas que me calculan la cantidad de agua a los 5 y a los 10 minutos y si yo pregunto ahora a los 23 minutos ¿Qué harían?

Estudiante 1: Pongo  $100 \text{ por } 23 \text{ mas } 1000$ .

Juan: Y si les digo para los 45 minutos ¿qué harían?

Estudiante 1: Lo mismo pero cambiando los 23 por los 45 minutos.

Juan: Ok. Entonces, ¿Qué es lo que estamos cambiando en estos casos?

Varios estudiantes: El tiempo.

Juan: ¿El 100 lo puedo cambiar?

Varios estudiantes: No.

Juan: ¿Por qué?

Estudiante 2: Porque es la cantidad de agua que voy agregando por minuto.

Juan: Bien porque es la cantidad de agua que voy agregando de forma constante y el 1000 ¿lo puedo cambiar?

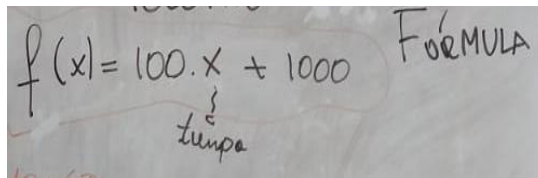
Varios estudiantes: No, porque es la cantidad inicial.

Juan: Perfecto, y la cantidad inicial es fija. Entonces estos dos están fijos (haciendo referencia a la pendiente y ordenada al origen). Y el valor que puedo poner acá o sea de tiempo, ¿Podría ser 5, 10, 23 o cualquier otro, no? ¿Y cómo puedo representar cualquier número?

Varios estudiantes: Con una x.

Juan: Bien o sea la x es una variable porque va variando y en este caso es el tiempo. Entonces si pongo una x nos queda  $100 \cdot x + 1000$ . Esa es la fórmula de este problema.

De esta forma Juan, concluyo con la formalización de la función lineal (Figura 19) abordada en el recurso digital analizado: “Actividad obligatoria 5: Modelos/Función lineal (1era parte) Llenado la pileta”.


$$f(x) = 100 \cdot x + 1000$$

tiempo

Fórmula

Figura 19. Representación de la función lineal abordada en el recurso digital “Actividad obligatoria 5: Modelos/Función lineal (1era parte) Llenando la pileta”, realizada por María en el pizarrón.

### **Similitudes y diferencias observadas en las orquestaciones utilizadas por ambos docentes.**

A partir de la observación y posterior análisis de las clases de María y Juan, se evidenciaron ciertas similitudes, así como también diferencias, en cuanto a la orquestación de la Actividad obligatoria 5: Modelos/Función lineal (1era parte) “Llenando la piletta”. Si bien ambos compartían el mismo objetivo -generar un espacio de exploración y aprendizaje en torno a las funciones lineales-, presentaron distintos enfoques en la forma de orquestar la actividad y el trabajo con la simulación.

En primer lugar, se evidenció que ambos docentes le asignaron un rol fundamental a la simulación, promoviendo que los estudiantes interactuaran con ella para analizar el comportamiento de las variables en estudio y aspectos claves de las funciones lineales. Sin embargo, se observaron diferencias en la orquestación de la simulación por de los docentes. En el caso María, utilizó la simulación en su *smartphone* durante la mayor parte de la clase, mientras que las preguntas que acompañaban la actividad las llevo en papel, ya que, según sus palabras, las tenía fotocopiadas. En contraposición, Juan guió la orquestación de la simulación principalmente a través de explicaciones en el pizarrón y solo en ocasiones esporádicas utilizó su dispositivo móvil. A pesar de estas diferencias, se observó, que independientemente de la forma en que el docente presento y utilizó la simulación, casi la totalidad de los estudiantes siguieron las explicaciones y las consignas de la actividad con sus dispositivos móviles (*smartphone*).

Por otra parte, la manera en que cada uno estructuró la clase y guió la participación de los estudiantes mostró marcadas diferencias. En el caso de Juan se evidenció que para la orquestación de la actividad se basó en el análisis previo de las respuestas de sus estudiantes en el aula virtual. El cual, lo centro en identificar dificultades recurrentes y en base a ellas, decidió qué aspectos de la actividad debían ser enfatizados en la clase.

En otras palabras, podemos decir que Juan planifico la orquestación de la actividad basado en la observación de errores comunes, observados en las respuestas de sus estudiantes, tales como: confusión entre variable dependiente e independiente, análisis de la pendiente de la función en estudio así como también en la forma de justificar las preguntas de respuestas abiertas. Es por este motivo y tal como lo manifestó en la entrevista, que Juan desde un inicio tenía en claro que la actividad no la retomarí desde cero, sino que centraría la orquestación en estas cuestiones que habían resultado problemáticas. En contrapartida, el caso de María, la participación de sus estudiantes en

el campus fue escasa. Esto llevó a que las orquestaciones instrumentadas por María estuvieran orientadas a la interacción espontánea y a la construcción conjunta del conocimiento a partir del debate, evidenciando un acercamiento más flexible y dinámico. De hecho, desde un inicio y dada la poca participación de sus estudiantes de forma previa a la clase, María decidió favorecer la instrumentalización del artefacto incitando a que todos sus estudiantes jugaran con la simulación, a fin de asegurar una experiencia compartida. Por otra parte, a diferencia de Juan, María siguió el orden original de la actividad, aunque no lo hizo de forma estructurada. De hecho, a medida que avanzaba con la actividad, María realizaba preguntas abiertas con el fin de promover el debate. Además, en varias ocasiones, se observó que María cedía el protagonismo a sus estudiantes, permitiéndoles explicar sus razonamientos en el pizarrón mientras comparaban sus observaciones con la simulación en sus *smartphone*.

En cuanto a las orquestaciones instrumentales observadas en las clases, podemos decir que ambos utilizaron varios tipos de orquestaciones, descritas previamente, de forma individual o combinado dos o más tipos de ellas, llevando a la identificación de nuevos tipos de orquestaciones instrumentales.

Particularmente se evidenció que para dar comienzo a la actividad los docentes utilizaron diferentes estrategias. En el caso de Juan, decidió iniciar la actividad explicando las características de la simulación, sin utilizar el proyector ni ningún dispositivo electrónico, coincidente con el tipo de orquestación Demostración-técnica. Luego, de dicha demostración fomentó la exploración (de forma individual) de la simulación por parte de los estudiantes, mientras él circulaba por el aula orquestación denominada circula-mientras-trabajan. Mientras que en el caso de María directamente decidió comenzar la exploración de la actividad mediante el uso de los *smartphone*, tanto por parte su parte como por la de los estudiantes, favoreciendo el debate. Además, tal como se mencionó previamente, dicho debate ocurrió con la visualización de varias pantallas en simultáneo, evidenciando un nuevo tipo de orquestación a la cual denominamos Discusión-sobre-pantallas.

Posteriormente al abordar los temas relacionados con las variables en estudio y la pendiente de la función lineal, los docentes en estudio volvieron a implementar diferentes orquestaciones. Particularmente, Juan promovió el debate entre los estudiantes mientras vinculaba lo que ellos veían en sus celulares con lo que registraba en el pizarrón combinando de dos tipos de orquestaciones: Enlaza-pantalla-pizarrón y Discute-la-

pantalla. La cual resulto en un nuevo tipo de orquestación instrumental la cual denominamos como Enlaza-y-discute-pantallas-pizarrón. Mientras que en el caso de María, se observó que de forma espontanea fueron surgiendo a partir de las intervenciones de los estudiantes diferentes tipos de orquestación tales como: Estudiante-Sherpa, Discusión-sobre-pantallas, Apoyo-técnico, Indica-y-muestra y Enlaza-pantalla-pizarrón. Además, se evidenció un nuevo tipo de orquestación instrumental a la cual denominamos Resolución-guiada-inversa, dado que el rol principal es ocupado por uno o más estudiantes quienes guían al docente.

Por último, en el cierre de la actividad, ambos docentes decidieron formalizar los conceptos principales de las funciones lineales dejando de lado el uso de tecnología, trabajando sólo con el pizarrón, coincidente con un tipo orquestación denominada Información-sobre-pizarrón.

## **CONSIDERACIONES FINALES**

A partir del año 2020, la irrupción del virus SARS-CoV-2 y la consecuente pandemia hicieron que la mayoría de las universidades debieran adecuar sus modalidades de cursada, pasando de un formato presencial a uno completamente virtual. Luego, entre los años 2021 y 2023, en algunas universidades como es el caso de la UNAJ se produjo una transición gradual de una cursada completamente virtual a una modalidad de cursada integrada en la cual se combinaban dos ambientes de enseñanza, el virtual y el presencial. Además, a este escenario de transición se sumó el avance tecnológico, maximizado en los últimos años debido a la pandemia, lo que amplió significativamente las posibilidades de uso de recursos digitales. La masificación de los *smartphones*, el desarrollo de nuevos *software*, la evolución de aulas virtuales más dinámicas y la disponibilidad de conexión a internet en las aulas presenciales han redefinido las prácticas educativas, transformando la interacción entre docentes, estudiantes y los recursos tecnológicos en los distintos entornos de aprendizaje. Según Orozco (2020), la mayoría de los estudiantes participan de las clases por medio del *smartphone*, lo que modifica sustancialmente las formas de orquestación desarrolladas para grupos presenciales con uso de computadoras y proyectores.

En este contexto, la presente investigación se centró en el análisis de las orquestaciones instrumentales de los recursos digitales que realizan los docentes de Matemática Inicial, con el objetivo de identificar y caracterizar nuevas orquestaciones, modificaciones y/o

combinaciones de las orquestaciones descritas previamente por Touche 2004 y Drijvers *et. al.* (2013).

En cuanto al surgimiento de nuevas orquestaciones instrumentales, se observó una en el caso de María, a la cual denominamos "Resolución-guiada-inversa". Esta se caracteriza por la participación activa de uno o más estudiantes, quienes, mientras exploran el artefacto en sus dispositivos móviles, orientan la resolución de una actividad indicando al docente los pasos a seguir en el pizarrón. De este modo, el docente adopta intencionalmente un rol secundario, permitiendo que los estudiantes asuman un papel central en la construcción del conocimiento.

Por otra parte, se identificó una adaptación de la orquestación "Discute-la-pantalla", descrita por Drijvers *et al.* (2013), a la que denominamos "Discusión-sobre-pantallas". En esta adaptación, las pantallas individuales de los estudiantes juegan un rol central en el desarrollo de la actividad. A diferencia de otras configuraciones, la información no se comparte de manera colectiva a través de un proyector, sino que dada la cantidad de estudiantes (aproximadamente 30) y la dificultad de que todos vean en detalle lo que cada uno "muestra" en su pantalla, la información circula principalmente mediante la interacción oral y la observación directa de las pantallas entre los estudiantes cercanos.

Otro hallazgo relevante fue la combinación de las orquestaciones "Enlaza-pantalla-pizarrón" y "Discute-la-pantalla", dando lugar a la orquestación "Enlaza-y-discute-pantallas-pizarrón". En esta configuración, el docente vincula las observaciones individuales de los estudiantes en sus pantallas con lo que se escribe en el pizarrón, sin utilizar un proyector. Esto sugiere que la simultaneidad de múltiples pantallas individuales puede generar un nuevo paradigma de enseñanza, en el que la centralización del contenido en una sola pantalla compartida no sea necesariamente un requisito para la discusión y el aprendizaje colectivo. En este sentido, Orozco y Cuevas (2021), señalan que el docente tendrá que elegir con mucho cuidado los nuevos artefactos con los cuales el estudiante interactuará a través del *smartphone* en la clase presencial. Asimismo, estudios como el de García-Cuéllar (2021) destacan la importancia de diseñar secuencias didácticas adaptadas a dispositivos móviles, dado que estos influyen en la interacción de los estudiantes con los objetos matemáticos. En este aspecto y en concordancia con el trabajo de Orozco (2020) se observó que, aunque el uso de *smartphones* permitió una mayor accesibilidad a los recursos digitales, también presentó desafíos en términos de ergonomía y precisión en la manipulación de las simulaciones realizadas en GeoGebra.

En este sentido, Trouche (2018) plantea que la incorporación de estos dispositivos no solo transforma las dinámicas de enseñanza, sino que también exige una revisión de las prácticas didácticas y la selección de herramientas adecuadas para el aprendizaje.

Por otra parte, García-Cuéllar (2021) señalan que los docentes optaron por estrategias que favorecían la interactividad con los *smartphones*, relegando herramientas tradicionales como los proyectores. Sin embargo, a partir de la observación de clases realizada en este trabajo, no podemos asegurar que la no utilización de los proyectores disponibles en el aula se deba exclusivamente a una decisión pedagógica ya que puede deberse a múltiples factores tales como: la no disponibilidad de *notebooks* por parte del docente o la institución, adaptadores vga/hdmi o simplemente por cuestiones de tiempo, los cuales deberán ser evaluados en futuros trabajos.

Otra observación relevante de esta investigación, es que la pandemia contribuyó a reducir las diferencias entre los docentes con y sin experiencia previa en entornos virtuales, ya que en ambos casos se evidenció la integración del recurso digital seleccionado como también el uso de *smartphone* para el desarrollo de la tarea didáctica.

Para finalizar, podemos concluir que si bien las transiciones de modalidades de cursada presentaron escenarios no libre de tensiones en los cual los docentes debieron adecuar sus prácticas de enseñanza, esta adecuación favoreció la modificación, combinación y creación de nuevas orquestaciones instrumentales (Lupinacci, *et al.*, 2022; Federico, *et al.*, 2022; Campo y Cruz, 2020), generando tanto oportunidades como desafíos en la gestión de los recursos digitales. Esto resalta la importancia de seguir investigando cómo los docentes toman decisiones en el diseño de sus clases para optimizar el uso de dichos recursos. Finalmente, el análisis de las orquestaciones instrumentales en distintos contextos podría contribuir al desarrollo de estrategias pedagógicas alineadas con las necesidades del estudiantado en la era digital. Además, dado que el avance tecnológico continúa a un ritmo exponencial y más aún con el desarrollo de las distintas inteligencias artificiales (IA) creemos que las mismas deberán ser analizadas en las futuras orquestaciones que realicen los docentes.

## BIBLIOGRAFÍA

- Adler, J. (2012). Knowledge resources in and for school mathematics teaching. In G. Gueudet, B. Pepin, & L. Trouche (eds.), *From Text to 'Lived' Resources: Mathematics Curriculum Materials and Teacher Development* (pp. 3-22). NY: Springer.
- Aparisi, L., Bartoletti, González, G. y Klein, A. (2018). Aulas extendidas en la Universidad Nacional Arturo Jauretche: un nuevo espacio para el desarrollo de la enseñanza matemática. 2° Jornadas sobre las prácticas docentes en la universidad pública. Universidad Nacional de La Plata.
- Aparisi, L., Chamorro, H., González, G, y Lupinacci, L. (2019). Algunas reflexiones acerca de las orquestaciones de recursos GeoGebra en ambiente Moodle. Primer Congreso Internacional de Ciencias Humanas. Universidad Nacional de San Martín.
- Artigue, M. (2002). Learning Mathematics in a CAS Environment: The Genesis of a Reflection about Instrumentation and the Dialectics between Technical and Conceptual Work. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 7(3), 245–274. <https://doi.org/10.1023/A:1022103903080>
- Borba, M., Da Silva S. R., Gadanidis, G. (2014). Fases das tecnologias digitais em Educacao Matemática. Sala de aula e internet em movimento. Belo Horizonte: Autentica Editora.
- Campo, K. y Cruz Rojas, G. (2020). Caracterización de la práctica de una profesora al implementar un diseño sobre la función exponencial que integra GeoGebra. *PARADIGMA*. XLI. 125 – 146. 10.37618/PARADIGMA.1011-2251.0.p125-146.id851.
- Chevallard, Y. (1999). L´analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 19(2), 221-266.
- De Luca, M. (2020). Las aulas virtuales en la formación docente como estrategia de continuidad pedagógica en tiempos de pandemia. Usos y paradojas. *Serie Formación Virtual*. Madrid: Fundación Carolina.
- Drijvers, P., Doorman, M., Boon, P., Gisbergen, S. V., y Reed, H. (2009). Teachers Using Technology: Orchestrations and Profiles. M. Tzekaki, M. Kaldrimidou & H. Sakonidis (Eds.), *Proceedings of the 33rd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 481–488.

- Drijvers, P., Doorman, M., Boon, P., Reed, H. y Gravemeijer, K. (2010). The teacher and the tool: instrumental orchestrations in the technology-rich mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics*.75: 213–234. <https://doi.org/10.1007/s10649-010-9254-5>.
- Drijvers, P.; Tacoma, S.; Besamusca, A.; Doorman, M. & Boon, P. (2013). Digital resources inviting changes in mid-adopting teachers' practices and orchestrations. *ZDM*, 45(7), pp. 987-1001. <https://doi.org/10.1007/s11858-013-0535-1>
- Drijvers, P., Thurm, D., Vandervieren, E., Klinger, M., Moons, F., Van der ree, H., Mol, A., Barzel, B., 2 · Doorman, M. (2021). Distance mathematics teaching in Flanders, Germany, and the Netherlands during COVID-19 lockdown. *Educational Studies in Mathematics* (2021) 108:35–64. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10094-5>
- Federico, C. R., Benito, M. C. y Aparisi, L. (2022). Intervenciones docentes en actividades propuestas en un foro de discusión. Decisiones y posibles factores considerados por las y los docentes. Segundo Congreso Internacional de Ciencias Humanas “Actualidad de lo clásico y saberes en disputa de cara a la sociedad digital”. Escuela de Humanidades, Universidad Nacional de San Martín, San Martín. Dirección estable: <https://www.aacademica.org/2.congreso.internacional.de.ciencias.humanas/315>.
- Garbarini, L., Martinelli, S., & Weber, V. (2020). *Las universidades y el compromiso de seguir enseñando*. Consejo Interuniversitario Nacional. <https://www.cin.edu.ar/las-universidades-y-el-compromiso-de-seguir-ensenando/>
- García-Cuéllar, D. J. (2021). Una orquestación instrumental de la simetría axial. *Revista Venezolana de Investigación en Educación Matemática*, 1(2), 1-15. <https://doi.org/10.54541/reviem.v1i2.11>
- Gueudet, G. y Trouche, L. (2008). Du travail documentaire des enseignants: genèses, collectifs, communautés. Le cas des mathématiques, *Education et didactique* 2(3), 7-33.
- Gueudet, G. y Trouche, L. (2010). Des ressources aux documents, travail de professeur et genèses documentaires. En Gueudet, G. & Trouche, L. (dir.), *Ressources vives. Le travail documentaire des professeurs en mathématiques*, (pp. 57-74). Rennes: Presses Universitaires de Rennes.

- Guin, D., & Trouche, L. (2002). Mastering by the teacher of the instrumental genesis in CAS environments: Necessity of instrumental orchestrations. *Zentralblatt Für Didaktik Der Mathematik*, 34(5), 204–211. <https://doi.org/10.1007/BF02655823>
- Guin, D., Ruthven, K., & Trouche, L. (Eds.). (2005). *The Didactical Challenge of Symbolic Calculators* (Vol. 36). *Springer-Verlag*. <https://doi.org/10.1007/b101602>
- Lupinacci, L., Chamorro, H., González, G. y Aparisi, L. (2022). Decisiones profesionales en torno a las orquestaciones de recursos digitales para la enseñanza de la matemática: Un estudio en los inicios universitarios. En *Clave Didáctica III* (1), Universidad Nacional de San Martín.
- Maggio, M. (2020). Las prácticas de la enseñanza universitaria en la pandemia: de la conmoción a la mutación. *Campus Virtuales*, Vol. 9 no. 2, pp. 113-122.
- Orozco, S. J. (2020). *Una propuesta de orquestación instrumental para introducir los conceptos de valores y vectores propios en un primer curso de álgebra lineal para estudiantes de ingeniería* [Tesis doctoral, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional].
- Orozco, S. J. y Cuevas, C. A. (2021). Una orquestación instrumental para un curso en línea a nivel universitario. *Apertura*, 13(2), 22-37. <https://doi.org/10.32870/Ap.v13n2.2085>
- Simons, H. (2011). *El estudio de caso: Teoría y práctica*. [the case study: theory and practice]. Madrid: Ediciones Morata. S.L. <https://www-digitaliapublishing-com.bd.univalle.edu.co/visor/24100>
- Trouche., L. (2002). Une approche instrumentale de l'apprentissage des mathématiques dans des environnements de calculatrice symbolique. En: Guin, D. y Trouche, D. (Eds)
- Trouche, L. (2003). Construction et conduite des instruments dans les apprentissages mathématiques nécessite des orchestrations [Document pour l'Habilitation à Diriger des Recherches]. Université Paris Diderot, Paris-VII.
- Trouche, L. (2004). Managing the complexity of human/machine interactions in computerized learning environments: guiding students' command process through instrumental orchestrations. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 9, 281-307.

- Trouche, L. (2005). An instrumental approach to mathematics learning in symbolic calculators environments. In D. Guin, K. Ruthven, & L. Trouche (Eds.), *The didactical challenge of symbolic calculators: turning a computational device into a mathematical instrument* (pp. 137-162). N.Y.: Springer.
- Trouche, L., y Drijvers, P. (2014). Webbing and orchestration two interrelated views on digital tools in mathematics education. *Teaching Mathematics and its Applications*, 33(3).
- Trouche, L. (2018). Comprender el trabajo de los docentes a través de su interacción con los recursos de su enseñanza: una historia de trayectorias. *Educación Matemática*, 30(3), 9-44. <https://doi.org/10.24844/EM3003.01>
- Valderrama, J., y Saldaña, M. (2020). Influencia del software GeoGebra en el rendimiento académico de los estudiantes del ciclo I de la EAP Turismo en el curso de Complemento Matemático-UNASAM, 2017-I. *Revista Pakamuros*, 8(2), 77-84.
- Vérillon, P., y Rabardel 1995. Cognition and artefacts: A contribution to the study of thought in relation to instrument activity. *European Journal of Psychology in Education*, 9(33), 77-101.
- Zenteno, F., Rivera, T., y Pariona, D. (2020). Tratamiento de las medidas de dispersión por medio del software GeoGebra. *Universidad y Sociedad*, 12(1), 244-250.