

UN AMBIENTE DE MODELACIÓN MATEMÁTICA EN TORNO A LA PROBLEMÁTICA
DEL e-WASTE: ANÁLISIS DE LAS INTERACCIONES QUE PODRÍAN DAR CUENTA DE
CARACTERÍSTICAS DE LA DEMOCRACIA

KRUPSKAIA CONSUELO QUINTERO RAMÍREZ
SASHA RUEDA CÁRDENAS

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS
BOGOTÁ
2021

UN AMBIENTE DE MODELACIÓN MATEMÁTICA EN TORNO A LA PROBLEMÁTICA
DEL e-WASTE: ANÁLISIS DE LAS INTERACCIONES QUE PODRÍAN DAR CUENTA DE
CARACTERÍSTICAS DE LA DEMOCRACIA

Trabajo de grado asociado al grupo de investigación Didáctica de la Matemática:
Línea Educación, Diversidad y Subjetividad
Para optar por el Título de Magister en Docencia de la Matemática

KRUPSKAIA CONSUELO QUINTERO RAMÍREZ
SASHA RUEDA CÁRDENAS

ASESOR
FRANCISCO JAVIER CAMELO BUSTOS

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LA MATEMÁTICA
BOGOTÁ
2021



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL

Educadora de educadores

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS

**ACTA DE VALORACIÓN
DE TRABAJO DE GRADO**

Escuchada la sustentación del Trabajo de Grado titulado **Un ambiente de modelación matemática en torno a la problemática del e-WASTE: análisis de las interacciones que podrían dar cuenta de características de la democracia**, presentado por los estudiantes:

**Krupskaia Consuelo Quintero Ramirez, Cód. 2019185022,
CC. 1125288364**

Sasha Rueda Cárdenas, Cód. 2019185026, CC. 1016055290

como requisito parcial para optar al título de **Magíster en Docencia de la Matemática** y analizado el proceso seguido por los estudiantes en la elaboración del trabajo y evaluada la calidad del escrito final, se le asigna la calificación de **Aprobada**, con cuarenta y siete (47) puntos.

Observaciones:

En constancia se firma a los 10 días del mes de mayo de 2021.

JURADOS

Director del Trabajo: Profesor : FRANCISCO CAMELO
FRANCISCO JAVIER CAMELO
(Universidad Pedagógica Nacional)

Jurados:
Profesora: 
GLORIA GARCÍA OLIVEROS
(Universidad Pedagógica Nacional)

Profesora: 
MÓNICA GARCÍA QUINTERO
(Universidad de Antioquia)

Para todos los efectos, declaramos que el presente trabajo es original y de nuestra total autoría:
en aquellos casos en los cuales hemos requerido del trabajo de otros autores o investigadores,
hemos dado los respectivos crédito

Agradecimientos

A nuestra Alma mater.

Por ser ese segundo hogar en donde hemos sido no solo educadas como educadoras, sino motivadas a ser y a formar mejores seres humanos.

A nuestro asesor, Francisco Javier Camelo Bustos.

Por su imaginación, dedicación, apoyo incondicional y sus infinitas anécdotas que nos impulsaron a soñar. Por compartir su sabiduría y experiencias. Y sobre todo, por creer y apostarle a la formación del ser y no solo del conocer.

A nuestros profesores de la Maestría.

Por abrir el spectrum sobre la educación matemática y las matemáticas a dimensiones que no habíamos considerado anteriormente. Por ayudarnos a comprender la responsabilidad que tenemos como profesoras de matemáticas frente a la formación ciudadana. Por ser verdaderos ejemplos de lo que significa ser un ser social y político.

A nuestros compañeros de nuestra cohorte.

Por todos los momentos divertidos —y también los no tan divertidos— durante los seminarios, en los cuales pudimos construir conocimiento y conocernos. Por las discusiones que fortalecieron y defendieron la diversidad y el respeto por el otro. Por el apoyo incondicional durante los momentos más difíciles. Por no rendirse ante las adversidades y luchar juntos como colectivo siempre que fue necesario. Por soñar con hacer de este enfoque una realidad con cada una de sus propuesta de trabajo de grado.

A los directivos y a nuestros estudiantes del Colegio Nueva York.

Por confiar en nosotras y permitirnos desarrollar nuestra propuesta. Por aceptar ser parte de este proyecto. Por sus maravillosas ideas, enseñanzas e interacciones. Por su disposición, compromiso y asertividad.

A nuestras familias.

Por su amor, comprensión e incondicional apoyo. Por brindarnos una voz de aliento en los momentos más difíciles.

Dedicatoria

Dedico este logro a mi admirable madre Soraya, quien ha velado por mi crecimiento personal, profesional y emocional. Gracias por tu incondicionalidad, sabiduría y esfuerzo, eres asombrosa. A Igor y María de Jesús, quienes me han escuchado, animado y acompañado en cada uno de mis pasos. Me siento muy afortunada por contar con ustedes en mi vida, gracias por tanto. A Daniel, quien con amor y comprensión me ha acompañado en este proceso. Gracias por llenar de alegría, energía y positivismo cada momento, has sido un gran apoyo para lograr el objetivo.

Sasha Rueda Cárdenas

Dedico este trabajo y lo que su construcción ha significado a Dios, mi familia y mis amigos. Dios me ha llenado de fortaleza, sabiduría y perseverancia para poder cumplir este gran logro. Mis padres y abuelos que con sus esfuerzos, dedicación, amor y apoyo incondicional me han permitido soñar con un futuro mejor, que poco a poco me han ayudado a construir. A mis amigos que con sus palabras de aliento, sus mensajes, sus consejos y su apoyo incondicional nunca permitieron que me rindiera. A cada uno de ustedes dedico la felicidad de haber culminado este hermoso proyecto que solo ha traído nuevas ilusiones para mi vida profesional y personal.

Krupskaia Quintero Ramírez

Tabla de Contenidos

Indice de tablas	8
Indice de figuras	8
Indice de imágenes	8
Introducción	1
Capítulo 1:	
Saliendo de la certeza a la incertidumbre	6
e-Waste	11
Capítulo 2:	
Una perspectiva que nos posibilita el cambio	14
Capítulo 3:	
La clase de matemáticas al descubierto	18
Capítulo 4:	
Y ¿quiénes han apostado por las relaciones entre matemáticas y ciudadanía?	23
Capítulo 5:	
Modelación matemática como alternativa a nuestras prácticas pedagógicas	29
El dilema	30
Objetivo General	31
Objetivos Específicos	31
¿A qué caso hacerle caso?	31
Donde manda capitán...	33
El qué dirán	34
¡Sí señor! al currículo	35
Tic toc, tic toc, tic toc...	36
Caso cerrado	36
Capítulo 6:	
La estrategia para ver lo “invisible”	38
Las técnicas	39
Los que aceptaron	43
Visibilizando lo invisible: las interacciones	44
Capítulo 7:	
¡Manos a la obra! Planteemos el ambiente	47

Capítulo 8:	
e-Waste: Una excusa para buscar lo invisible en la clase de matemáticas	55
Momento 1 - Sensibilización	55
Momento 2 - Escogiendo la situación	58
Momento 3 - Comprendiendo la situación por medio de los datos	62
Quedamos en “Stand by”: sucedió lo inimaginable	63
Momento 3 (continuación) - Comprendiendo la situación por medio de los datos	64
Momento 4 - Compartiendo comprensiones	66
Momento 5 - Reflexiones y Cierre	66
Capítulo 9:	
Visibilizando las interacciones	69
Capítulo 10:	
¿Dónde están la colectividad, la deliberación, la transformación y la coflexión?	79
La colectividad	80
La deliberación	89
La transformación	96
La coflexión	105
Aquí estuvieron, ¿presentes? o ¿ausentes?	109
Capítulo 11:	
El final es tan solo el principio	111
Sobre las interacciones	111
Sobre las características de la democracia	115
¿Qué pasó con las matemáticas?	122
No debemos ignorar	125
Bibliografía	130
Anexo I	140
Anexo II	142

Indice de tablas

Tabla 1: Casos en la Modelación Matemática desde una perspectiva socio crítica.....	32
Tabla 2: Grupos en el ambiente de modelación matemática.....	71

Indice de figuras

Figura 1: Proceso general del análisis de datos cualitativos.	44
Figura 2: Organización del salón.....	56
Figura 3: e-Waste generado por continente durante el 2019.....	119
Figura 4: El problema de la basura electrónica.....	123

Indice de imágenes

Imagen 1: Niño chino rodeado de cables y e-Waste	50
Imagen 2: Mini-poster sobre la cantidad de celulares, computadores e impresoras en casa y la de sus vecinos/amigos.....	59
Imagen 3: Momento 3 - Estudiantes buscando información de la problemática escogida.....	62
Imagen 4: Momento 3 - Captura de pantalla de chat 8 de mayo.....	65
Imagen 5: Momento 2 - Bela interrumpe y señala a Nani	74
Imagen 6: Imágenes utilizadas en las diapositivas del grupo 6.....	83
Imagen 7: Momento 1 - Estudiantes dirigen su mirada hacia Sech.....	90
Imagen 8: Puntos de recolección de e-Waste en Colombia.....	98
Imagen 9: Momento 3 - Participantes organizando y limpiando el salón.....	101
Imagen 10: Momento 3 - Participante organizando la zona de los casilleros.....	101
Imagen 11: Momento 3 - Participantes recogiendo iPads y organizando el salón.....	101
Imagen 12: Momento 2 - Participantes: limpiando el salón.....	101

Introducción

*“La educación no cambia al mundo,
cambia a las personas que van a cambiar el mundo”*
Paulo Freire

Como agentes activos en la educación —profesoras de matemáticas en ejercicio— reconocemos que nuestro papel es fundamental en la construcción de un mundo mejor. Pues como el mismo Freire lo expresó, somos parte de quienes podemos aportar en la educación de las futuras generaciones que lograrán cambiar al mundo. Con esta idea en mente, cabe preguntarnos ¿qué clase de ciudadanos estamos formando en nuestras clases de matemáticas?

A quienes empezamos a cursar la Maestría en Docencia de la Matemática —MDM— ofrecida por la Universidad Pedagógica Nacional —UPN—, en la cohorte 2019-1, se nos retó a estudiar las posibles relaciones entre educación matemática y formación ciudadana. Como respuesta a este reto surgió la propuesta: *Un ambiente de modelación matemática en torno a la problemática del e-Waste: análisis de las interacciones que podrían dar cuenta de características de la democracia.*

Para dar inicio a la comprensión de las relaciones entre educación matemática y formación ciudadana, en el [Capítulo 1](#) mostramos cómo al empezar a conocer los enfoques, las teorías y las experiencias que ya se han generado alrededor de estas, se derrumba nuestra propuesta inicial de trabajo de grado sobre matemática financiera. Gracias a las comprensiones que íbamos logrando, empezamos a salir de nuestra “ingenua” certeza, para dar inicio a un trayecto teórico hacia otros rumbos de la educación matemática —llenas de incertidumbre—, que nos abrieron el panorama a nuevas perspectivas y concepciones sobre esta relación. Las comprensiones, las interpretaciones y las reinterpretaciones de estas perspectivas, nos

permitieron reconocer la necesidad de considerar: el “giro hacia lo social” propuesto por Leman (2000), las cuatro formas de ver *lo social* desarrolladas por Valero (2006), el “giro hacia lo sociopolítico” planteado por Gutiérrez (2013) y “la visión sociopolítica del aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas” construida por Valero y Skovsmose (2012). Con el fin de pensar en una posible propuesta de aula que contemplara el enfoque *sociopolítico*, fue necesario considerar el *contexto* e intereses de los estudiantes del Colegio Nueva York —CNY¹—, lo que nos permitió identificar el *e-Waste* como una posible *situación socialmente relevante* para ellos.

Luego de estudiar estos enfoques de la educación matemática, en el [Capítulo 2](#) continuamos con la profundización de aspectos teóricos que nos llevaron a reconocer esta perspectiva como una que nos posibilitaría un cambio en nuestras prácticas. Empezamos con la definición de *ciudadanía* propuesta por Turner (1993, citado en Herrera, 2006) y lo planteado en los documentos nacionales de Colombia tales como los Estándares Básicos por Competencias Ciudadanas (MEN, 2006). Luego, establecimos el papel de la *interdisciplinariedad* y de la *democracia participativa* reconocida por Callejo (2000), decidiendo adoptar la idea de democracia como un “concepto abierto” tal y como la reconocen Valero y Skovsmose (2012). A su vez, consideramos la noción de *alfabetización matemática* y cómo esta puede ser usada para ejercer una *competencia democrática* por medio del *conocer reflexivo* (Skovsmose, 1999). Finalizando con la idea de democracia como una *acción política abierta*, que se caracteriza por las nociones de *colectividad*, *transformación*, *deliberación* y *coflexión* propuestas por Valero y Skovsmose (2012).

¹ Colegio Nueva York: Institución en la cual nos desempeñamos profesionalmente como profesoras de matemáticas.

Una vez logramos las comprensiones necesarias sobre esta perspectiva, reconocimos la necesidad de poner nuestra clase de matemáticas al descubierto como lo presentamos en el [Capítulo 3](#). Allí cuestionamos nuestras prácticas pedagógicas, tomando en cuenta la percepción de la propia profesora-investigadora y de algunos de sus estudiantes, para luego caracterizar nuestras clases de matemáticas de acuerdo con aspectos ya reconocidos por Perry, Guacaneme, Andrade y Fernández (2003a, 2003b). Todo esto con el fin de reflexionar cuánto distan nuestras prácticas de la perspectiva sociopolítica

Dichos cuestionamientos, nos llevaron a realizar una revisión bibliográfica en el [Capítulo 4](#), en la que examinamos algunos trabajos que han apostado por las relaciones entre matemáticas y ciudadanía, y sus principales aportes a esta relación. Entre estos encontramos trabajos de: revisión documental (Barón y Cadena, 2018); contrastes entre los documentos nacionales y las prácticas en el aula (Barreto, 2017); investigaciones acerca de la formación ciudadana en la clase de matemáticas (Builes, Monsalve y Suárez, 2013); experiencias de aula con modelación matemática desde una perspectiva *socio crítica* a nivel nacional (Fresneda, Camelo y Gutierrez, 2019 y Bustos, Bustos y Novoa, 2013) e internacional (Araújo, 2012); propuestas de modelación matemática y Escenario de Aprendizaje, enfocados al uso, consumo y obsolescencia de teléfonos celulares (Martinez, Páez y García, 2013).

Gracias a la revisión bibliográfica emergieron aspectos a tener en cuenta para llevar una propuesta al aula. En el [Capítulo 5](#), resaltamos las potencialidades de desarrollar un ambiente de modelación matemática —AMM— desde la corriente *socio crítica* planteada por Barbosa (2001). Con esto acotamos nuestra propuesta y planteamos el problema: *¿cuáles interacciones posibilitan reconocer, analizar y categorizar características democráticas entre los participantes*

de un ambiente de modelación matemática? A su vez, definimos como objetivo general de investigación el *reconocer, analizar y categorizar las interacciones que posibilitarían la constitución de características de la democracia en una clase de matemáticas con estudiantes de octavo grado, que participan en un ambiente de modelación matemática* y como objetivos específicos: *reconocer y describir las interacciones entre los estudiantes de octavo grado que participan en un ambiente de modelación matemática y examinar y categorizar cuáles características de la democracia se evidencian en las interacciones entre los estudiantes de octavo grado que participan en un ambiente de modelación matemática.* Por último, distinguimos algunas *tensiones* que se presentaron con el planteamiento de esta propuesta.

Ya que nuestra atención se dirigió a las *interacciones* entre los participantes del AMM, en el [Capítulo 6](#) diseñamos una estrategia que permitiera ver lo “invisible”, es decir, dichas interacciones. Dentro de esta, consideramos el paradigma metodológico cualitativo desde un enfoque etnográfico (Hernández-Sampieri, Fernández y Baptista, 2014) (Woods, 1987), analizando los beneficios de implementar las técnicas de producción y reelección de datos disponibles, entre las cuales seleccionamos: la observación participante, la *entre-vista* (Kvale, 1996), los grupos de discusión y los artefactos —grabaciones visuales y auditivas—. Además, caracterizamos el grupo de estudiantes escogido como muestra. Terminando con el planteamiento del plan de análisis de los datos recolectados, tomando como base la propuesta de Rodríguez et al. (2005).

Después de definir nuestro enfoque metodológico, en el [Capítulo 7](#) planteamos el AMM y su desarrollo “ideal”, teniendo en cuenta las etapas propuestas por Salazar, Mancera, Camelo y Perilla (2017). Para este planteamiento tomamos bajo consideración la problemática escogida y

las tensiones, presentando ocho *sesiones* de clase, organizadas en cinco *momentos* alusivos a las etapas, cada una de estas sujetas a las decisiones de los participantes. Luego de esquematizar el AMM, dimos inicio a la intervención en el aula como lo relatamos en el [Capítulo 8](#). Para el primer *momento*, introducimos el *e-Waste* como una excusa para buscar lo “invisible” en la clase de matemáticas. A mitad del tercer *momento*, quedamos en “stand by” pues sucedió lo inimaginable, se declaró un estado de pandemia causado por el *COVID-19*, lo cual supuso una reestructuración al plan inicial y ajustes de acuerdo con los encuentros remotos que se tuvieron de ahí en adelante con los estudiantes.

Para visibilizar las *interacciones* entre los participantes en el [Capítulo 9](#) analizamos los datos producidos y recolectados durante el AMM. Esto nos permitió reconocer y describir el tipo de interacciones que emergieron en el AMM, dando cuenta de nuestro primer objetivo. Seguido de esto, en el [Capítulo 10](#) examinamos y categorizamos las *interacciones* que dieron cuenta —o no— de la *colectividad*, la *deliberación*, la *transformación* y la *coflexión*, atendiendo al segundo objetivo planteado.

Gracias a las comprensiones teóricas logradas, a las discusiones y construcciones a lo largo del desarrollo del trabajo de grado y al análisis que da cuenta de nuestros objetivos, en el [Capítulo 11](#) presentamos nuestras reflexiones y conclusiones. Para esto presentamos una reflexión sobre las *interacciones* y otra sobre las *características de la democracia*, resaltando los hallazgos e imaginando posibles alternativas. Además reflexionamos sobre las matemáticas que emergieron y los aspectos que pudimos haber potencializado, al igual que otros cuestionamientos que nos llevaron a pensar que el final es tan solo el principio.

Capítulo 1:

Saliendo de la certeza a la incertidumbre

En el marco de la Maestría en Docencia de la Matemática —MDM— que ofrece la Universidad Pedagógica Nacional —UPN—, se nos propuso a los estudiantes de la cohorte 2019-1 comprender los enfoques que reconocen las relaciones entre la formación ciudadana y educación matemática. Lo anterior se transformó, rápidamente —y si se quiere de manera ingenua—, en una propuesta de anteproyecto en la que planteamos la creación e implementación de actividades enfocadas al desarrollo de conceptos asociados a la matemática financiera. Tal propuesta surgió, además, a partir de la necesidad de incluir en el currículo de matemáticas del Colegio Nueva York —CNY²— contenidos de este campo de las matemáticas aplicadas. Luego de haber definido tal temática, asumimos que con la adquisición de estos conocimientos matemáticos se fortalecería en los estudiantes la toma de decisiones financieras, de forma consciente e informada, y que con ello bastaba para dar cuenta de las relaciones entre la educación matemática y la formación ciudadana que se planteaba. Pero pronto nos daríamos cuenta de lo equivocadas que estábamos al pensar esto.

Con el desarrollo de los seminarios en la MDM, dimos inicio a una etapa de reconocimiento y comprensión de nuevas perspectivas en la educación matemática —por lo menos nuevas para nosotras— que nos abrió el *spectrum* sobre la educación matemática y las matemáticas a dimensiones que no habíamos considerado anteriormente. Para la década de 1980, la comunidad de investigadores en educación matemática mostró un fuerte interés en disciplinas sociales, tales como la sociología, la antropología y la psicología cultural entre otras, resaltando

² Colegio Nueva York: Institución en la cual nos desempeñamos profesionalmente como profesoras de matemáticas.

diferentes dimensiones de la matemática y la educación matemática que antes tenían un enfoque cognitivo (Lerman, 2000).

En el año 1976 Lakatos, en su obra *Proofs and Refutations*, cuestiona el formalismo que se ha exigido cuando trabajamos en matemáticas, afirmando que ellas “no se desarrollan mediante un monótono aumento del número de teoremas indubitavelmente establecidos, sino mediante la incesante mejora de las conjeturas, gracias a la especulación y a la crítica, siguiendo la lógica de pruebas y refutaciones” (Lakatos, 1976, p. 20). El carácter filosófico de esta obra, vislumbra la necesidad de la *interacción con el otro* para lograr dicho desarrollo. Es decir, reconoce la dimensión humanista que tienen las matemáticas y que por años parece haber sido ignorada. Asimismo, Lave (1988) identificó la necesidad de estudiar las actividades cognitivas de los estudiantes dentro del aula, reconociendo al igual que Lakatos (1976), el papel fundamental de la interacción con otros para el desarrollo cognitivo y cómo este está permeado por su contexto, entendiendo este como “la serie de circunstancias que rodean un evento” (Valero, 2002). Incluso el desarrollo de algunas perspectivas del aprendizaje, tales como la experiencial, conductista, constructivista, entre otras, acogieron disciplinas como la psicología, la sociología y la filosofía, con el fin de establecer y estudiar la relación entre el conocimiento y el aprendizaje de los niños, de acuerdo con los propósitos establecidos en cada una de estas teorías (Posner, 2006).

Como se puede ver, la incorporación de estas disciplinas como recursos, tanto en el campo de la investigación en educación matemática, como en sus prácticas pedagógicas, permitió entender la importancia de reconocer cómo el individuo aprende y cómo este

aprendizaje se enmarca en su contexto, resignificando las matemáticas mismas como un conjunto de “prácticas sociales” lo que Lerman (2000) denominó como “giro hacia lo social”.

Para comprender y apropiarnos de tal “giro hacia lo social”, es necesario entender qué es *lo social* en la educación matemática. Para ello, Valero (2006) caracterizó este como adjetivo, el cual puede ser visto de cuatro formas: 1) *lo social* como opuesto a lo individual, lo cual hace referencia a que el aprendizaje no debe enfocarse en lo cognitivo-individual, pues al percibir al sujeto de esta forma no se tiene en cuenta cómo interactúan el sujeto, las matemáticas, los otros y su contexto; es decir que “los procesos relacionados con la educación matemática sobrepasan el ámbito de lo individual” (ibid; p. 2); 2) *lo social* visto como la interacción entre los sujetos —maestros-estudiantes y estudiantes-estudiantes—, lo que posibilita que los estudiantes logren no solo una comprensión conceptual de las matemáticas, sino que puedan “actuar con base en su conocimiento” (ibid. p. 3).

Antes de hablar de las otras dos formas, es importante tener en cuenta que las interacciones entre sujetos —aunque muy importantes— no son las únicas interacciones que son consideradas en la perspectiva social. Carraher, Carraher y Schliemann (1985) identifican que un niño que ha asistido a la escuela en contraste con un niño que no ha asistido a la escuela puede utilizar diferentes algoritmos para resolver un mismo problema matemático, identificando que existen diferencias entre las matemáticas escolares y las matemáticas informales. Bajo esta consideración, 3) *lo social* debe tener en cuenta las posibles interacciones entre los sujetos y sus contextos —*microcontexto* y *macrocontexto*³— prestando atención a quiénes, dónde, por qué,

³ Según Valero (2002), el *microcontexto* hace referencia a “las acciones individuales y las interacciones sociales dentro de espacios como la familia, la escuela, el trabajo, el aula, etc”. El *macrocontexto*, el cual hace referencia a “la serie de estructuras sociales, políticas, económicas y culturales, a nivel local, regional y global, construidas y desarrolladas a través de la historia”

para qué y cuándo se sitúa la relación. Por otro lado, en el ámbito educativo, las interacciones entre sujetos y sus contextos sociales, culturales, políticos y económicos, dotan de significado el aprendizaje, por ello 4) *lo social* reconoce que “la transferencia de los conocimientos no es un proceso automático pues no es fácil desatar pensamiento y conocimientos construidos en la escuela, de la red de prácticas escolares [...]” (Valero, 2006, p. 5).

Desde esta perspectiva, el aprendizaje cambia su enfoque cognitivo hacia la comprensión de la actividad matemática como un acto con significado (Walkerdine, 1988, citada en Lerman 2000) que, más adelante, reconoce incluso asuntos de poder y la construcción de identidades⁴ y subjetividades⁵ (Gutiérrez, 2013). Este cambio de enfoque, de lo cognitivo a lo social, exigió que la propuesta de anteproyecto que planteamos de manera inicial fuese reformulada, ya que se enfocaba completamente en el desarrollo de conceptos de matemática financiera, sin tener en cuenta la importancia de las interacciones entre individuos y cómo estos se relacionan con sus contextos permitiendo verdaderamente que el aprendizaje sea significativo y útil para sus vidas. Este propone que los estudiantes en la clase de matemáticas tengan un papel mucho más activo, buscando que se involucren de forma colectiva, lo cual no es usual en sus clases. Es decir, ahora el contrato didáctico acordado entre estudiantes y profesores a lo largo de sus vidas académicas, tendría que ser modificado, causando así un nuevo rol de y entre los individuos.

Por otro lado, es necesario entender que la educación matemática ha cumplido diferentes funciones sociales, bien sean positivas o negativas. Una de estas funciones es de “diferenciación

⁴ La “identidad” es un elemento propio del individuo que está en constante cambio, que depende de él mismo y del entorno en el que se encuentre. Gutiérrez (2013), desde una perspectiva sociopolítica, la describe como lo que el sujeto hace y no como lo que el sujeto es.

⁵ Se puede entender la *subjetividad* como “una combinación de sentidos generados en diferentes espacios sociales, los cuales se configuran como un sistema que se interconecta, de tal forma que lo que ocurre en un espacio está influenciado por lo que ocurre en los otros espacios” (Camelo, 2017)

y exclusión” (Valero y Skovsmose, 2012), al atribuirle a las matemáticas el papel de “juez objetivo” para definir la capacidad o incapacidad de los ciudadanos y a su vez determinar quienes pueden “tener acceso al poder y al prestigio” (Valero y Skovsmose, 2012) en la sociedad. En el aula de matemáticas, este asunto de *poder* influye en cómo el estudiante se ve y es visto en su sociedad y en sí toma parte —o no— de las situaciones que ocurren a su alrededor, comprendiendo que tomar parte, va más allá de entender qué ocurre durante una crisis⁶.

Gutiérrez (2013), afirma que además de percibir el papel que tiene la educación matemática en lo social, también es necesario buscar formas en las cuales la educación matemática permita a los individuos proponer y efectuar cambios, generando prácticas sociales más justas, a lo cual denominó el “giro sociopolítico”. Para lograr dicho cambio, es necesario entender qué ocurre y *desnaturalizar* las situaciones, al igual que comprender que cada individuo está en constante cambio y sus subjetividades están inmersas en su actuar.

Con este nuevo giro empezamos a reconocer el poder de la educación matemática no sólo para proponer soluciones a problemáticas sociales, políticas, económicas, ambientales, etc., que aquejan a la sociedad, sino que además para su comprensión, y para ser entendidas se debe tener en cuenta las identidades de los individuos y los contextos del problema. Aquí, nos referimos con *contexto del problema* “a los aspectos que en la formulación de un problema posibilitaran que los estudiantes se interesen en la discusión y abordaje del mismo” y además de constituirse “en un elemento determinante para involucrar al estudiante en la construcción de su conocimiento” (Ángel y Camelo, 2010). De ahí que es fundamental prestar atención al sentir y contexto de los

⁶ Skovsmose (1999) utiliza el término "crisis" como sinónimo de "represión, conflicto, contradicción, miseria, desigualdad, devastación ecológica y explotación" pp.14.

actores principales de esta propuesta —los estudiantes—, con el fin de propiciar un rol activo en las prácticas de aprendizaje y enseñanza en el aula de matemáticas.

Por esta razón y tomando como base las discusiones sostenidas en el marco de la MDM, junto con la complejización de los aspectos teóricos que constituyen la visión sociopolítica de la educación matemática, construida principalmente por las posturas de Lerman (2000), Gutiérrez (2013) y Valero y Skovsmose (2012), nos dimos a la tarea de considerar los asuntos sociales, los *contextos sociopolíticos*⁷, las identidades, las subjetividades, entre otros aspectos discutidos anteriormente de nuestros estudiantes, para así generar una nueva propuesta de trabajo de grado. Para esto, inicialmente empezamos a escuchar las *voces* de algunos de nuestros estudiantes del CNY con el fin de lograr identificar, por lo menos una situación que percibieramos como inquietante.

e-Waste

*Pues el primer celular que yo tuve fue una panelita, lo tuve como a los 7 años...
Luego mis papás se separaron y mi papá me compró un celular para poderme
comunicar con él, me compró un BlackBerry... mi mamá tuvo un BlackBerry táctil y
me lo dio, pero nunca lo supe manejar así que me lo cambiaron a un Samsung... el
siguiente fue un LG, el LG me lo compraron mientras me compraban otro... después
me dieron el Asumí... mi papá me compró otro que fue un Huawei, y ese se perdió en
la mudanza... estuve tres meses sin celular, y me compraron el que tengo ahora que
es un Samsung, entonces con este serían 8 en total...*

(Estudiante del CNY, 2019)

⁷ *Contexto sociopolítico*: el cual entendemos como la conexión entre el macrocontexto con el microcontexto (el aula) desde la educación matemática.

Durante uno de los recesos de clase, algunos estudiantes comentaron a su profesora su descontento por la nueva norma que a inicios del año 2019 se publicó en la versión número 13 del Manual de Convivencia del CNY, la cual establece en su artículo 65.1 numeral 10 como una falta leve el: “*Portar celular en Preescolar, Primaria, Sexto y Séptimo grado durante la jornada escolar*” (2019). Rápidamente, y de manera espontánea, la conversación se desvió a enumerar la cantidad de celulares que han tenido como se muestra en el anterior relato. Con gran asombro, concluimos que los estudiantes han tenido entre 5 y 11 celulares en un periodo de 4 años en promedio, y que a su vez de manera general se desconoce la manera apropiada en que estos dispositivos electrónicos deben ser desechados, ya que mencionaron haberlos arrojado en la caneca de la basura de sus casas o tenerlos simplemente “arrumados” al no saber qué hacer con ellos.

Con sus afirmaciones, los estudiantes evidenciaron la normalización respecto a la gran cantidad de dispositivos móviles —celulares— que han tenido a lo largo de su corta vida, una práctica que es común entre la mayoría de jóvenes en la actualidad y de manera particular en los estudiantes de bachillerato del CNY, quienes están entre los 11 y 17 años de edad. Sin embargo, para nosotras las afirmaciones y las cifras brindadas por los estudiantes nos parecieron alarmantes y más aún, luego de indagar que un *smartphone* —teléfono inteligente— tiene un promedio de vida útil de 3 a 5 años (Román, 2015). Sin hacer muchos cálculos pudimos concluir que el tiempo de uso que le han dado a sus celulares no se encuentra entre dicho intervalo de tiempo, eso sin tomar en cuenta las razones por las cuales se han realizado las nuevas adquisiciones.

Esta discusión nos llevó a reflexionar acerca de la cantidad de desechos que se pueden estar generando por parte de la comunidad del CNY. Una primera búsqueda en internet nos permitió reconocer el término en inglés *e-Waste*, que hace referencia a cualquier desecho eléctrico o electrónico (Román, 2015). Ahondando en este asunto también identificamos que esta problemática tiene múltiples matices, tales como: consumismo (Ahmed, 2016), tráfico ilegal de desechos (Rochmana, Ashtonab y Wiharjoc, 2017), obsolescencia (Marún y Quiroz, 2015), contaminación de suelos, agua y aire, problemas de salud asociados a la exposición a estos desechos, explotación infantil en la industria del reciclaje y extracción de materiales (Perkins, Brune, Nxele y Sly, 2014), entre muchos otros. Problemáticas que los estudiantes y nosotras desconocíamos hasta ese momento. Esta charla informal nos llevó a pensar que el *e-Waste* podría ser la problemática que serviría como pretexto para reconocer, tal vez, el carácter sociopolítico de la educación matemática en nuestras clases de matemáticas.

Capítulo 2:

Una perspectiva que nos posibilita el cambio

Al considerar los aspectos sociales y políticos de la educación matemática, es fundamental entender que la *ciudadanía* va más allá de un estatus jurídico y de derechos civiles, políticos y sociales como lo estableció Marshall (1992, citado en Herrera 2006), pues esta también se relaciona con aspectos políticos y prácticas culturales (Turner 1993, citado en Herrera 2006). Por su parte, en los Estándares Básicos de Competencias Ciudadanas (MEN, 2006) la ciudadanía es vista como “una premisa que caracteriza a los seres humanos para vivir en sociedad” (p. 149), con lo cual se puede establecer al individuo como parte de su comunidad. A su vez, se reconoce el papel de la educación matemática en la formación de ciudadanos como el de proporcionar “una competencia matemática que les permita comprender la tecnología y su aplicación en el puesto de trabajo y, por consiguiente, ser competitivos en el mundo” (Valero y Skovsmose, 2012).

Para establecer relaciones entre educación matemática y formación ciudadana, Callejo (2000) propone la construcción de un ambiente de clase interdisciplinar “donde la matemática es una herramienta” y además, se den las condiciones suficientes para que los estudiantes logren problematizar situaciones en contextos *socialmente relevantes*⁸ (Arias y Tamayo, 2019) e interactúen entre ellos, y entre ellos y su contexto. A su vez, se quiere que este ambiente fomente la democracia⁹ en la clase de matemáticas, donde los estudiantes entiendan la importancia de

⁸ García, Valero, Salazar, Mancera, Camelo y Romero entienden las *situaciones socialmente relevantes* como “el conjunto de situaciones de los estudiantes que incorporan las experiencias, vivencias, intenciones, porvenires, diversidades culturales, aspectos socio políticos del entorno, emociones y diálogos que emergen en sus espacios de interacción” (2013, citados en Camelo, Tamayo y Arias, 2018)

⁹ Valero y Skovsmose (2012) reconocen la democracia como un concepto abierto, el cual no es definido, pero si enmarcado en un espacio que permita establecer la conexión con la educación matemática al definir características y nociones para este concepto.

reconocer y ejercer sus derechos y deberes de forma participativa y en condiciones de igualdad (Turner 1993, citado en Herrera 2006).

Callejo (2000) caracteriza la *democracia participativa*¹⁰ como aquella en la cual los ciudadanos deben desarrollar una “actitud problematizadora” ante los hechos que los rodean; esto se logra mediante cuestionamientos, interpretaciones, razonamientos, análisis de la información, planteamiento de modelos, dominio del lenguaje —en el cual la información es presentada—, comprensión, entre otros. Para esto se requiere que “el dominio de la matemática para el ejercicio de la ciudadanía” no solo se base en el conocimiento teórico y algorítmico de las matemáticas, sino que este a su vez abarque “procesos más complejos como la matematización de situaciones y la resolución de problemas” (Callejo, 2000, p. 2). Por su parte, Ernest (1991, citado en Skovsmose, 1999) basándose en idea del *falibilismo*¹¹ propone “La filosofía de la educación matemática”, la cual hace referencia a la naturaleza del conocimiento matemático y su inseparable conexión con otras áreas del conocimiento. Así mismo, ha mostrado la relación entre las matemáticas y las actividades sociales, culturales, éticas y políticas, y por si fuera poco, con la naturaleza del aprendizaje, la educación y la enseñanza de las matemáticas mismas.

Estas ideas también han sido profundizadas por el investigador en Educación Matemática y profesor en ejercicio, Ole Skovsmose, quien por años ha planteado la necesidad de pensar en una educación matemática que esté encaminada hacia el desarrollo de una “alfabetización matemática que permita a los ciudadanos ejercer una competencia democrática” (1999, p. XV),

¹⁰ “Democracia participativa, en la que los ciudadanos y ciudadanas son sujetos racionales, informados, activos, en posesión de sus derechos y responsables de sus deberes, con capacidad de decisión y de control en la sociedad, donde todos los grupos sociales puedan dar sus iniciativas y satisfacer sus necesidades” (Callejo, 2000, p. 1).

¹¹ Hace referencia a: “Dejar a un lado la idea de la existencia de un cuerpo autorizado de conocimiento significa mirar al conocimiento sin sus bases fundacionales... el falibilismo sustituye al absolutismo y debe cuestionarse la idea de situar al conocimiento cerca del concepto de verdad” (Skovsmose, 1999)

por medio de lo que él denomina el *conocer reflexivo*. Este *conocer reflexivo* se puede asociar “con la competencia general necesaria para reaccionar como ciudadanos críticos en la sociedad de hoy en día” (1999, p. 111). A su vez, esta competencia tiene en cuenta al conocimiento matemático, tecnológico y reflexivo; definidos como *conocimiento matemático*: el cual se refiere a “las habilidades matemáticas para reproducir pensamientos matemáticos, teoremas y demostraciones, para ejecutar algoritmos y realizar cálculos y para inventar y descubrir nuevas matemáticas” (Skovsmose, 1999, p. 111); *conocimiento tecnológico*: como “la habilidad de aplicar las matemáticas y los métodos formales para el logro de fines tecnológicos” (Skovsmose, 1999, p. 111); *conocimiento reflexivo*: el cual se relaciona con “la evaluación y la discusión general de lo que se puede identificar como un fin tecnológico y con las consecuencias éticas y sociales de lograr tal fin con las herramientas seleccionadas” (Skovsmose, 1999, p. 111). Conocimientos indispensables para establecer la relación entre la educación matemática y ciudadanía desde este enfoque sociopolítico.

Cabe aclarar que aquí la *competencia democrática* se refiere a: “la capacidad de los ciudadanos para ejercer un control sobre las acciones de sus gobernantes” (Skovsmose, 1999, p. XIV), “depende de la naturaleza de los problemas que enfrenta la sociedad” (ibid, p. 42), “debe caracterizarse en relación con las problemáticas principales que preocupan a la sociedad en cuestión” (ibid, p. 42) y que a su vez “hace posible que la gente participe en las discusiones y evaluación de las acciones del gobierno” (ibid, p. XIV). Al hablar de democracia, no nos referimos únicamente a una “organización política”, sino que además se enfoca en las interacciones sociales y es entendida como una *acción política abierta*; que se caracteriza por individuos que generan acciones colectivas, con un propósito particular, por medio de

discusiones que les permite la comprensión y el desarrollo (Valero y Skovsmose, 2012), de estas acciones para enfrentar las situaciones de *crisis*.

Valero y Skovsmose (2012) refieren a las nociones de *colectividad*, *transformación*, *deliberación* y *coflexión* como las *características de la democracia*. Por su parte, la *colectividad* hace referencia a pensarnos como seres sociales que “compartan la conciencia de la necesidad de cooperar para tomar decisiones y generar condiciones de vida apropiadas para todos” (2012, p. 14) y que estas a su vez tengan como fin la *transformación*, la cual es definida como “la capacidad de acciones colectivas democráticas para modificar y mejorar las condiciones de vida de quienes están involucrados y de la sociedad en general” (2012, p. 14). Para que estas acciones sean democráticas y colectivas, es fundamental que exista el proceso denominado *deliberación*:

proceso comunicativo mediante el cual la gente considera atenta y cuidadosamente... las razones o falta de razones para las opiniones preliminares de la gente y los juicios previos a la afirmación final verdadera, los pro y los contras de las decisiones posibles antes de realizarlas efectivamente y los beneficios y pérdidas de posibles cursos de acción antes de comprometerse con ellos (Valero y Skovsmose, 2012, p. 15).

Finalmente, se requiere de un compromiso y conciencia grupal, donde “las personas, colectivamente, consideran los pensamientos, acciones y experiencias que viven como parte de un esfuerzo colectivo, y adoptan también una posición crítica hacia su actividad” (2012, p. 16), llamado *coflexión*.

Capítulo 3:

La clase de matemáticas al descubierto

Al reconocer aspectos sociales, políticos y culturales de la educación matemática, empezamos a cuestionar nuestras prácticas pedagógicas y la cultura de nuestras clases de matemáticas, tomando como base uno de los grupos de octavo grado del CNY, quienes han sido estudiantes de una de las investigadoras durante el 2019 y el 2020.

Según una de las notas de campo de la profesora:

Los estudiantes siempre me esperan dentro del salón para evitar un llamado de atención. Una vez entro, ellos me saludan mientras organizan su espacio de trabajo y yo alisto el mio. Luego me recargo en el borde de la mesa, cruzo mis brazos y espero a que se sienten y hagan silencio para dar inicio. Una vez se han terminado de organizar, me levanto, los saludo y escribo el protocolo en el tablero (fecha, ciclo y objetivo). Empiezo preguntándoles en qué nos quedamos y les doy un tiempo específico para que copien en sus cuadernos el protocolo. Normalmente tengo preparadas unas diapositivas con el tema, sus definiciones, ejemplos y ejercicios de práctica. Por ejemplo el tema para hoy eran los criterios de congruencia entre triángulos, en las diapositivas mostraba los requisitos necesarios para cumplir con cada criterio y ejemplos de estos, haciendo énfasis en la notación de ángulos, segmentos, congruencia, proporcionalidad, etc. Cada estudiante trabaja de manera individual, haciendo los dibujos de los triángulos y tomando los apuntes que considere. En caso de tener preguntas, ellos levantan su mano o me llaman para que les preste atención y resuelva sus inquietudes.

Fragmento 1 - Entre-vista a Miss Krups - Transcripción de audio 3 de marzo

Esta descripción de la clase de matemáticas es acorde con la perspectiva de sus estudiantes, como se puede observar en los siguientes fragmentos de discusiones informales:

En las clases de math primero nos introducen al tema, son como muy teóricas. Las matemáticas son teóricas ¿no?. Siempre nos explican primero con un ejercicio, después nos ponen a practicar con muchos ejercicios. No es algo tan didáctico... El trabajo es individual, pero hay problemas de esos de la vida real, como "Pepito tiene 4 manzanas" que discutimos con nuestros compañeros la posible respuesta, pero en general hablarnos entre nosotros durante la clase no... Nosotras, tenemos como un dilema existencial, en

clase vimos lo de semejanza y ¿qué fue lo otro?... pero bueno, nosotras nos preguntamos ¿por qué vemos eso? por que el tema es difícil, a muchos se nos complicó, y la verdad, no es que yo vaya al supermercado y vaya a sacar la similitud... Con esto de los postulados nos dan como ciertas características y tú las aplicas, pero en sí yo nunca me dí cuenta de si estaba bien o no como tal... Una compañera que se sienta a mi lado, es la única que entiende bien el tema y ella sí le dice a la Miss ¿está bien?, porque sabe a ciencia cierta de qué le va a hablar la Miss... El resto lo hacemos y esperamos a que la Miss lo haga, si no lo hace, el ejercicio se queda así.

Fragmento 2 - Entre-vista a Estudiante 1 - Transcripción de audio 5 de marzo

Yo nunca he sido buena para los números entonces las matemáticas no es que me apasionen, no me gustan mucho, entonces para mi es como: ¡Ay, que aburrido!... En una clase normal, la Miss nos explicaba el tema, nosotros lo copiamos, si teníamos dudas le preguntamos, ese es como el proceso... La Miss nos pone ejemplos para ver si de verdad entendemos y pues era mejor que el ejercicio lo hiciéramos solos y si digamos teníamos como una duda, le decíamos al del lado como “oye, ¿me explicas?”, pero el punto era hacerlo como individual para ver si tú de verdad entendiste... Yo me guío con ejercicios ya resueltos para poder hacer los míos... También me apoyo en mis compañeros que son mejores en matemáticas o socializamos para decir “¿oye tú entendiste esto?” o “¿sabes cómo hacer esto?”, pero a veces responden como “esperame un segundo que estoy ocupado”... Los word problems, en mi opinión, son los únicos que nos dejan trabajar un aspecto más a la realidad ¿no?, pero yo la verdad no entiendo nada, es como quién sabe qué iba a hacer Juanito con 72 sandías.

Fragmento 3 - Entre-vista a Estudiante 2 - Transcripción de audio 5 de marzo

Estas descripciones se podrían sintetizar con algunos de los aspectos expuestos por Perry, Guacaneme, Andrade y Fernández (2003a), frente a las clases de matemáticas en colegios de Bogotá (2003b):

- En el “esquema de la clase”, para desarrollar el contenido matemático, se hace de manera oral a medida que se registra en el tablero los conceptos principales, se desarrollan ejercicios sobre el tema y se pregunta a los estudiantes para verificar y corregir en caso de ser necesario.

- Para el “contenido matemático tratado en la clase” se brindan los pasos a seguir y el orden en que estos deben ser realizados. A su vez se resalta la notación matemática, las definiciones de los conceptos, las diferentes representaciones, entre otras.
- En la “interacción a través de la cual discurren la enseñanza y el aprendizaje” en nuestra clase, no evidenciamos que en el desarrollo de las explicaciones o en la asignación de tareas se exijan respuestas muy elaboradas o la argumentación de sus respuestas independientemente de que esta sea correcta o no. Tampoco se promueve la discusión de las respuestas entre los estudiantes para que escuchen la contribución de todos y a su vez saquen sus propias conclusiones.
- Sobre la “validación de las producciones de los estudiantes”, para determinar si una respuesta es correcta, usualmente los estudiantes buscan a su docente o compañero con desempeño sobresaliente, para que establezca si lo es o no.

Al reflexionar sobre nuestra práctica pedagógica y la cultura de nuestras clases de matemáticas, podemos ver que: 1) se enfocan principalmente, en el desarrollo de los contenidos matemáticos; 2) se obvia el papel, la voz y el contexto de los estudiantes, alejándolos más aún de las matemáticas; 3) restan importancia a las interacciones entre estudiantes, y estudiantes y profesor; 4) priorizan el trabajo individual omitiendo la discusión e ignorando las ventajas del trabajo colaborativo. Con todo esto, concluimos que no vemos reflejados en estas, los aspectos de la educación matemática que hemos reconocido hasta el momento, gracias al enfoque y a la revisión bibliográfica realizada durante el desarrollo de la MDM. Con esto entendemos que como profesoras de matemáticas en ejercicio, necesitamos comprender cómo nuestro “campo

profesional se inserta en un marco social y político más amplio” (Valero, Andrade-Molina y Montecino, 2015).

De ahí que, al enfocarnos principalmente en los contenidos, no hemos valorado la importancia de la interdisciplinariedad y cómo esta puede enfocar la educación matemática al estudio de situaciones *socialmente relevantes* para los estudiantes. Lo que a su vez, permitiría abrir espacios en donde los estudiantes tengan la posibilidad de desarrollar “una mirada crítica” y problematizar una situación de interés con ayuda de conocimientos matemáticos, lo que para Callejo (2000) ocurre al plantearse preguntas, realizar un análisis de los hechos, cuestionar las posibles explicaciones y además, al buscar alternativas o soluciones. Aunque proponer una posible solución no siempre sea el objetivo, las posibles interpretaciones y reinterpretaciones logradas, son cuestiones que podrán permitirles acercarse a los procesos de *coflexión* y *transformación* en la clase de matemáticas. Por otro lado, es fundamental plantear situaciones donde los estudiantes tengan un papel activo en la construcción de su conocimiento y se privilegien sus voces como resultado de sus interacciones en el aula (Gutierrez, 2013). Para esto, el “contexto de un problema”, como dice Valero (2002), debe permitir “establecer conexiones con lo que ya conocen... y así aumentar las posibilidades de que el estudiante asimile y organice su pensamiento” (p. 51). Estas situaciones generan espacios en donde la *deliberación*, *colectividad* y *coflexión* se desarrollan mediante la “interacción y negociación del significado matemático” promoviendo el intercambio “entre estudiantes, y entre ellos y el profesor” y entre “la situación misma” (ibid).

Igualmente, la poca frecuencia de actividades que están diseñadas para ser trabajadas de forma colaborativa, no permite que se potencien los procesos de *deliberación* y *coflexión* en el

aula, desconociendo a su vez las ventajas que este —el trabajo colaborativo— trae consigo, tales como: “la construcción del conocimiento... promueve los valores como la cooperación, la responsabilidad, la comunicación, el trabajo en equipo, la evaluación individual y la de los compañeros” (Reyes, 2018). Además que “aumenta la motivación por el trabajo, la satisfacción propia y por ende la autoestima y los sentimientos de autoeficacia, los miembros del grupo se necesitan unos a otros, confían en el entendimiento y éxito de cada persona” (Johnson, 1993, citado en Reyes 2018).

Todos estos aspectos, nos posibilitan reflexionar sobre las cualidades que van en pro del desarrollo de la competencia y características democráticas que aún no logramos identificar en nuestras prácticas. Entre ellas, considerar la interdisciplinariedad para estudiar asuntos *socialmente relevantes*, asumir una *actitud crítica*, fomentar clases de matemáticas en donde se privilegie el trabajo colaborativo y las voces de los estudiantes. Lo que nos lleva a cuestionarnos sobre cuáles serían las posibles experiencias de aula o qué otros aspectos teóricos podrían servir de apoyo, antes de pensar en una propuesta que aporte a la formación ciudadana desde nuestras clases de matemáticas.

Capítulo 4:

Y ¿quiénes han apostado por las relaciones entre matemáticas y ciudadanía?

Esta reflexión sobre nuestras prácticas pedagógicas y el estudio del enfoque sociopolítico de la educación matemática ha permitido ampliar nuestra visión como profesoras de matemáticas, ya que empezamos a reconocer nuestra responsabilidad de contribuir a la formación de ciudadanos con una *actitud crítica*, la cual, según D'Ambrosio (1999, citado en Araújo, 2012), es considerada como el conjunto de capacidades que permiten utilizar matemáticas para hacer inferencias y adoptar una postura sobre hechos reales, lo que a su vez asociamos con el *conocer reflexivo* y la *competencia democrática* discutidos en el [Capítulo 2](#). Asimismo nos preguntamos ¿de qué manera podemos articular las matemáticas escolares con la formación para una ciudadana que tenga en cuenta el desarrollo de competencias democráticas y características de la democracia? Con el fin de reconocer los trabajos de quienes creen en esta perspectiva y han apostado a las relaciones entre estos aspectos, nos dimos a la tarea de realizar una revisión bibliográfica y compartimos algunos de los más relevantes de acuerdo con nuestros intereses.

Barreto (2017) en su tesis de maestría *La democracia en el aula de matemáticas*, muestra la coherencia —o falta de ella— entre lo descrito en los documentos nacionales y la realidad de la clase de matemáticas en cuanto al desarrollo de la democracia, de “la crítica, la reflexión, la participación, y un alto sentido democrático y autónomo” (2017, p. 7). Lo que nos lleva a cuestionar cómo la clase de matemáticas puede ser un espacio idóneo para el ejercicio de la ciudadanía mediante el desarrollo de la competencia democrática.

Como parte de la producción de datos, en Barreto (2017) se realizaron entrevistas a un profesor y a sus estudiantes, con preguntas que permitieran establecer cuáles eran sus concepciones acerca de “las matemáticas, la relación con la democracia y la metodología de clase empleada... aprendizaje de las matemáticas y la democracia” (2017, p. 65). Estas preguntas y sus respuestas proporcionaron información para generar categorías de análisis asociadas a las características de la democracia (*coflexión, transformación, deliberación y colectividad*) y la relación matemáticas y democracia. Para finalizar, deja al lector con el interrogante “cómo las matemáticas posibilitan la democracia, o si por el contrario los sucesos descritos en el presente trabajo dan pie para pensar que las actuales prácticas de educación matemática imposibilitan y desconocen la naturaleza sociopolítica de las matemáticas y su estrecha relación con la democracia” (2017, p. 122).

Por su parte, Builes, Monsalve y Suárez (2013), quienes en su tesis de maestría *Formación ciudadana en la clase de matemáticas*, investigan acerca de la posibilidad de formar para la ciudadanía por medio de la enseñanza de las matemáticas, develando las acciones llevadas a cabo por siete profesores de matemáticas de la ciudad de Medellín, Colombia. En esta propuesta ponen en evidencia que, en general, los profesores de matemáticas no le damos importancia al diálogo, ya que no se genera un ambiente propicio para la discusión dentro de las clases, lo cual dificulta que se formen ciudadanos participativos.

Barón y Cadena (2018) en su tesis de maestría *Escenarios de aprendizaje en la educación matemática crítica, una revisión documental*, analizan referentes teóricos en torno a los escenarios de aprendizaje desde una perspectiva de la Educación Matemática Crítica, entre ellos: Planas y Valero, 2016; Planas, 2010; Llinares, 2008; Kato y Silva, 2012; García et al., 2013;

Valero, 1999; García, 2010; Mancera et al., 2014; Skovsmose, 2012; García, Valero y Camelo, 2013; Vithal, 2000. Como parte de la fase de “Argumentación y Categorización”, los autores proponen categorías como: democracia, modelación, contexto, interacciones, entre otras. En esta última destacan que “el o los Ambientes de aprendizaje deben estar encaminados a: reconocer las interacciones entre los estudiantes, hacia el docente y hacia las matemáticas” (Arias, Clavijo y Torres, 2014, p. 56, citado en Baron y Cadena, 2018). A su vez, en la categoría “modelación” se resalta la importancia que los estudiantes exploren problemáticas, logrando su sistematización mediante un modelo matemático, “dándole sentido a las matemáticas y logrando reflexiones relevantes y críticas en los estudiantes” (2018, p. 42).

Las tesis expuestas ponen en evidencia la importancia entre la práctica de aula y lo descrito en los documentos nacionales, además de la falta de coherencia y equilibrio entre las mismas, con el fin de lograr una formación ciudadana, el desarrollo de la democracia y las características de la democracia en la clase de matemáticas. Sin embargo, en estos trabajos no hubo una intervención en el aula, la cual consideramos necesaria interpretar y reinterpretar aspectos de la cultura de la clase de matemáticas.

En Brasil se ha desarrollado, por más de 30 años, la modelación matemática —MM— desde perspectivas que involucran lo crítico, lo social y lo político. Un ejemplo de ello podemos encontrarlo en Araújo (2012), con su artículo *Ser Crítico em Projetos de Modelagem em uma Perspectiva Crítica de Educação Matemática*, donde se presenta el desarrollo de un proyecto de MM —en parte— desde la perspectiva de la Educación Matemática Crítica (Skovsmose, 1999). Este trabajo aporta por lo menos dos formas de interpretar lo que significa *ser crítico* en la clase de matemáticas. Por un lado, significa dar voz a las personas involucradas en la situación

problema, mostrando una actitud que no acepta la validez de una declaración sin reconocer su veracidad. Por otra lado, significa cuestionar los intereses que privilegia quien plantea los modelos. Además propone que las reflexiones a las que deberían llegar los estudiantes que participan en ambientes de modelación, deben girar entorno, no solo al objeto matemático involucrado, sino a cómo el problema afecta a la comunidad, lo cual es un elemento que consideramos importante incluir en nuestra propuesta.

En el artículo *Medio ambiente: Una mirada desde la competencia democrática, la modelación matemática y la investigación crítica*, Fresneda, Camelo y Gutierrez (2019), presentan el desarrollo de un ambiente de MM desde la perspectiva socio crítica (Barbosa, 2004; Araújo, 2009; Ceolim y Caldeira, 2005; Camelo, 2017), mediante una propuesta interdisciplinar que posibilitó un acercamiento a la competencia democrática, ya que se desencadenaron procesos de participación, en donde las estudiantes tomaron posturas críticas y fortalecieron sus habilidades argumentativas en la clase de matemáticas.

En el artículo publicado por Bustos, Bustos y Novoa (2013) *Propuesta de ambientes de aprendizaje para la promoción de la modelación matemática desde la perspectiva crítica*, las autoras exponen una propuesta de enseñanza-aprendizaje en un colegio distrital de la ciudad de Bogotá, haciendo uso de la propuesta de Skovsmose (2000) de *Ambiente de Aprendizaje*. Las autoras identifican que a pesar que en los Lineamientos Curriculares de Matemáticas (MEN, 1998) se establezca la necesidad de “involucrar los contenidos matemáticos con la realidad de los estudiantes para dar sentido a la actividad matemática hecha en el aula” (2013, p. 241), esto no se hace evidente en las clases de matemáticas. Por lo cual deciden utilizar la MM desde una perspectiva crítica con el fin de hacer visible el contexto socio-cultural de los estudiantes en las

prácticas en las que están inmersos, apoyando así el desarrollo de competencias democráticas que les permitirá “ser actores responsables en su sociedad” (2013, p. 241).

Por último, encontramos dos propuesta de escenario de MM y escenarios de aprendizaje centradas en el uso, consumo y obsolescencia de celulares. Por un lado, Martínez, Páez y García (2013) en su artículo *Modelación desde la perspectiva de la educación matemática crítica. Cuestiones relacionadas con la obsolescencia*, exploran la obsolescencia de los teléfonos celulares como una situación latente en la cultura de los jóvenes, mediante un escenario de MM desde la perspectiva socio-crítica (Barbosa, 2006a). En este artículo ponen en evidencia las dificultades que se presentan en la integración de la MM y el currículo de matemáticas. Por otro lado, Martínez y Páez (2013) en su tesis de maestría *Escenario de aprendizaje de las matemáticas: la cultura del uso y consumo del teléfono celular*, buscan “analizar las interacciones de los estudiantes y el profesor, cuando adoptan posiciones colectivas referidas al uso y consumo del teléfono celular y las relaciones de dependencia” (2013, p. 6). Gracias al análisis de las interacciones y al montaje del escenario, se puso en evidencia que los estudiantes trabajaron de forma colectiva dándole sentido a dónde y cómo usar las matemáticas en una situación relevante para los estudiantes, generando un espacio propicio para la discusión y reflexión.

Las anteriores tesis de maestría y artículos de investigación, han permitido identificar prácticas en el aula que permiten aportar a la formación ciudadana, al desarrollo de la competencia democrática y de las características de la democracia desde la clase de matemáticas. Estas prácticas resaltan la necesidad de intervenir en el aula, poniendo en evidencia la falta de espacios que fomenten los procesos de deliberación, colectividad, reflexión y, por qué no,

transformación en las clases de matemáticas. También destaca la importancia de tener en cuenta la voz y el contexto de los estudiantes para abordar problemáticas *socialmente relevantes* para ellos.

Capítulo 5:

Modelación matemática como alternativa a nuestras prácticas pedagógicas

Hasta el momento hemos identificado que, a nivel general, los profesores de matemáticas desconocemos el rol que debemos tomar en la formación de ciudadanos para el ejercicio de la democracia. Tampoco prestamos adecuada atención —de manera consciente— a las situaciones e interacciones que se dan entre los estudiantes y entre ellos y su profesor, en las cuales podrían emerger características que se relacionen con la democracia. A su vez sabemos que tal y como se desarrollan nuestras clases de matemáticas, no generamos espacios en los cuales estas características emerjan, y mucho menos están diseñadas para fomentarlas.

Dentro de las propuestas presentadas en el [Capítulo 4](#) encontramos el planteamiento de ambientes de modelación matemática —AMM— como una alternativa pedagógica a nuestras prácticas. Lo que además, nos posibilita abordar problemáticas sociales, políticas, ambientales, etc., relevantes para los estudiantes. Para ampliar nuestra comprensión en relación con la MM, encontramos que Kaiser-Messmer (1991, citado en Barbosa, 2001) presenta dos visiones de esta: la corriente pragmática y la corriente científica. Por un lado, en la *corriente pragmática* la atención se centra en el proceso de aplicación y construcción de modelos matemáticos. Es por ello que desde esta corriente, la organización curricular debe girar en torno a las aplicaciones, excluyendo los contenidos matemáticos que no son interdisciplinarios. Por otra parte, la *corriente científica* busca primero que el estudiante logre establecer relaciones con otras áreas y las matemáticas, para luego crear modelos matemáticos con estas, esto permite la introducción de nuevos conceptos. Estas dos corrientes se enfocan en lo que Skovsmose (1999) denomina el *conocimiento tecnológico*, pero estas no prestan mayor atención al *conocimiento reflexivo*. Por

ello, Barbosa (2001) propone la *corriente socio crítica*, en donde la MM es considerada una oportunidad para explorar y cuestionar el papel de las matemáticas en la sociedad. Desde esta corriente, la MM es considerada como un *ambiente de aprendizaje*¹² en el cual los estudiantes son invitados a investigar por medio de las matemáticas, situaciones relacionadas con la realidad, haciendo énfasis en “los conocimientos reflexivos, planteando la posibilidad de que quienes participan de esa práctica de modelación tomen una distancia crítica del fenómeno a estudiar” (Barbosa 2003, citado en Salazar, Mancera, Camelo y Perilla, 2017).

El dilema

Teniendo en cuenta que en el [Capítulo 1](#) identificamos el *e-Waste* como una problemática *socialmente relevante* para los estudiantes de octavo grado del CNY, nos proponemos, entonces, generar un AMM en torno a ella. En el desarrollo de este ambiente pretendemos cuestionarnos sobre *¿cuáles interacciones posibilitan reconocer, analizar y categorizar características democráticas entre los participantes de un ambiente de modelación matemática?* Con el fin de abordar esta pregunta nos planteamos los siguientes objetivos:

¹² Para Skovsmose (2000), el paradigma del ejercicio de la educación matemática puede ser contrastado radicalmente con “varios posibles escenarios de investigación que invitan a los estudiantes a involucrarse en un proceso de exploración y explicación” (ibid). A su vez, plantea tres tipos de referencia: “referencia a las matemáticas per se, a una semirrealidad y a situaciones de la vida real” (ibid), surgiendo así seis tipos de ambientes de aprendizaje. Con esto los ambientes de aprendizaje, son las situaciones que contrastan el paradigma del ejercicio y los escenarios de investigación con la referencia a las matemáticas, semi realidad y a situaciones de la vida real.

Objetivo General

Reconocer, analizar y categorizar las interacciones que posibilitarían la constitución de características de la democracia en una clase de matemáticas con estudiantes de octavo grado, que participan en un ambiente de modelación matemática.

Objetivos Específicos

- Reconocer y describir las interacciones entre los estudiantes de octavo grado que participan en un ambiente de modelación matemática.
- Examinar y categorizar cuáles características de la democracia se evidencian en las interacciones entre los estudiantes de octavo grado que participan en un ambiente de modelación matemática.

¿A qué caso hacerle caso?

Para dar cuenta de estos objetivos, revisamos cómo Barbosa (2001) concibe la integración curricular de la MM. Quien plantea que esta no debe ser concebida sólo como un proyecto, sino que puede estar presente en las clases teniendo en cuenta el nivel de participación de los estudiantes y el profesor en cada una de las tareas que se planteen, como se muestra en la *tabla 1*.

Desde la MM, las situaciones a abordar deben surgir de un contexto *socialmente relevante* para los estudiantes, con el que ellos encuentren una conexión que genere interés y estén prestos a participar en ella (Barbosa, 2001). De manera particular, en el *Caso 1*, el profesor propone, describe y acota la situación problemática, provee de suficiente información a los

estudiantes, quienes están a cargo de plantear la resolución. Es decir, que en este caso el rol de profesor es el de agente de control y orientación en cuanto a los objetivos, diseño y desarrollo de las tareas. Por lo cual los estudiantes durante las primeras tres tareas de MM son agentes pasivos y siguen las instrucciones brindadas por el profesor, se evidencia un papel activo en la tarea final para plantear, junto con el profesor, una posible resolución.

Tabla 1
Casos en la Modelación Matemática desde una perspectiva socio crítica

	Caso 1	Caso 2	Caso 3
Elaboración de la situación - problema	Profesor	Profesor	Profesor - Estudiante
Simplificación	Profesor	Profesor - Estudiante	Profesor - Estudiante
Datos cualitativos y cuantitativos	Profesor	Profesor - Estudiante	Profesor - Estudiante
Resolución	Profesor	Profesor - Estudiante	Profesor - Estudiante

Participación de estudiantes y profesor según los tres en los casos de Modelación Matemática (Barbosa, 2001, p. 9)

Para el *Caso 2*, el profesor es quien lleva al aula la situación problemática, orientando a los estudiantes a que simplifiquen el problema, busquen la información necesaria y planteen una estrategia de resolución. Aún cuando el profesor es quien plantea la problemática y puede tener algún conocimiento de la misma, se vuelve copartícipe de la experiencia, pues investiga a la par con los estudiantes sobre la problemática en la que ellos desean profundizar. Con esto, el rol del estudiante es mucho más activo y menos direccionado, ya que tiene la responsabilidad de

desarrollar las demás tareas y proponer el camino que mejor considere para plantear una posible resolución a la problemática.

Finalmente, para el *Caso 3*, son los estudiantes quienes escogen las problemáticas que desean explorar. Además, son ellos mismos quienes formulan, investigan y plantean estrategias de resolución, siendo el profesor un coparticipante de esto. Por esta razón, los estudiantes tienen un mayor control sobre el desarrollo del ambiente MM, ya que la problemática nace de sus intereses, abordando en la clase de matemáticas, temas “no matemáticos”. Teniendo en cuenta que el profesor no está en “control” del desarrollo del AMM, debe permanecer alerta a lo que puede ocurrir con las decisiones que día a día tomen los estudiantes, adelantándose a posibles discusiones y pasos a seguir, interviniendo en caso de *atascamiento* o desviarse del propósito de su investigación.

Donde manda capitán...¹³

Al ver que buscamos que los estudiantes tuvieran un papel más activo, en el que pudiesen investigar, discutir, analizar y no solo buscar una solución, descartamos el *Caso 1*. Lo ideal para nuestra propuesta sería el desarrollo de un *Caso 3*, pues consideramos que por su naturaleza posibilitaría una mayor interacción entre los participantes. Sin embargo, nos sentimos desafiadas por ciertos *limitantes* o *tensiones*¹⁴. Hasta este momento del planteamiento de nuestro proyecto hemos evidenciado tres: reacción de estudiantes, padres y directivas; cumplimiento del currículo; y el tiempo disponible. Con el fin de lograr una mayor comprensión de estos asuntos profundizaremos en ellos a continuación.

¹³ Haciendo alusión al refrán popular: “Donde manda capitán, no manda marinero”

¹⁴ Olivera y Barbosa (2007, citados en Amaya, 2018) asocian las *tensiones* como “discursos que expresan dilemas, incertidumbres y / o preocupaciones”, discontinuidades o rompimientos.

El qué dirán

Como en cualquier investigación que advierta adecuadamente las consideraciones éticas, se debe contar con la autorización de las personas y entidades involucradas en el estudio. Por esta razón, inicialmente presentamos nuestra propuesta a la Rectora, Vicerrectora y Directora de la Sección de Bachillerato Junior¹⁵ del CNY, quienes se mostraron receptivas a la implementación de nuevas experiencias pedagógicas, las cuales podrían resultar de interés para ser discutidas en diferentes grados y tal vez en otras asignaturas. A su vez para dejar constancia de la naturaleza, objetivos y tiempos del estudio, se entregó una carta a las directivas¹⁶ para que ellas por medio de su firma dieran aval a este.

Por otra parte, somos conscientes que esta perspectiva sociopolítica de la educación matemática aún no es muy reconocida dentro de la comunidad de profesores de matemáticas. Como ejemplo de esto, nuestros colegas jamás habían escuchado sobre este enfoque. Por lo cual, al compartir nuestra propuesta con mayor profundidad con el jefe de área de matemáticas —quien vela por el desarrollo de la planeación curricular en el área de matemáticas— y manifestarle que no teníamos certeza de las matemáticas que podrían emerger con el desarrollo de este AMM, fue evidente la tensión que esto generó. Para comprender el porqué de la propuesta fue importante explicarle el enfoque que tiene nuestra cohorte 2019-1 de la MDM y la perspectiva que hemos adoptado. Claramente, esta información no fue fácil de aceptar para él, pero aún así, contamos con su apoyo incondicional, creyendo en nuestra propuesta y nuestras capacidades.

¹⁵ La sección de Bachillerato del CNY cuenta con dos subsecciones: Junior (6to a 8vo) y Senior (9no a 11mo); cada una con su propia Directora de Sección ya que cada sección cuenta con más de 300 estudiantes..

¹⁶ Ver Anexo I

Una vez contamos con el aval institucional, nos enfrentamos al reto de invitar a nuestros estudiantes —los protagonistas de nuestro estudio— a hacer parte del “proyecto”¹⁷, quienes reaccionaron alegremente con la invitación que se les hizo, pero un poco preocupados al leer el consentimiento informado¹⁸ que debían entregar a sus acudientes para ser leído y firmado. Los estudiantes expresaron ideas como: “¿cómo así? ¿nos van a grabar toda la clase?”, “y ¿qué pasa si yo no quiero participar?”, “¿tiene nota?”, etc. Finalmente, contamos con la autorización de las 27 familias y todos los estudiantes aceptaron nuestra invitación.

¡Sí señor! al currículo

Al finalizar el año escolar, los profesores en las últimas semanas de trabajo realizan los ajustes necesarios al currículo planteado, en el cual se establecen los contenidos temáticos, la distribución por periodos académicos y los tiempos dispuestos para abordar cada tema. En nuestro caso, proyectamos desarrollar nuestro AMM durante el primer trimestre académico, para el cual se tenía dispuesto el estudio de Geometría y Estadística. En la parte de Geometría se debía enseñar los criterios de semejanza y congruencia de triángulos, mientras que por la parte de Estadística se debía abordar la diferencia entre variables dependientes e independientes, análisis de gráficos y datos. Una de las condiciones establecidas por las directivas para realizar nuestro proyecto sin afectar el currículo, es que este debía relacionarse —en algún momento— con los contenidos planteados, lo que supuso un reto ya que estábamos entrando en una zona de riesgo en la cual no teníamos control sobre las matemáticas que podrían —o no— emerger de

¹⁷ Este nombre fue asignado por los mismos estudiantes para referirse al AMM que sería desarrollado.

¹⁸ Ver anexo II

esta experiencia. Una vez escogieramos con qué temática haríamos el vínculo, debíamos realizar los ajustes necesarios al currículo planteado y planeaciones para el trimestre.

Tic toc, tic toc, tic toc...

Considerando que se debe responder a lo dispuesto en el currículo y que ya existe una organización preestablecida para esto, el tiempo se convirtió en otra tensión. Puesto que las planeaciones son diseñadas teniendo en cuenta tiempos y objetos de estudio, la implementación de nuestra propuesta, implicaría una modificación no solo del currículo y las planeaciones, sino también de los tiempos destinados al estudio de los contenidos preestablecidos. Esto significaría que no se podría desarrollar un *Caso 3*, dado que este —al estar en control por parte de los estudiantes— requiere de una flexibilización curricular y una disposición amplia de los tiempos.

Al exponer nuestra propuesta a los directivos, nos otorgaron un máximo de 8 horas de clase para su implementación. Este limitante, hizo que pensáramos en el desarrollo de un *Caso 2*, en el cual tuviéramos presente este aspecto. Una vez termináramos el AMM sabíamos que los objetivos propuestos para la parte de estadística, no sólo debían cumplirse en un menor tiempo —lo cual ya era bastante preocupante— sino que además estos debían estar relacionados con nuestro proyecto. Además de responder a los tiempos establecidos para el desarrollo de los contenidos matemáticos, debíamos empezar a pensar en que este AMM debía desarrollarse dentro de las 8 horas de clase.

Caso cerrado

Atendiendo a las condiciones establecidas y pensando en los objetivos de nuestra propuesta, tomamos la decisión de ajustarla a un *Caso 2*. Ya contando con el aval de directivos y

lo más importante, la aceptación de nuestros estudiantes, pudimos tomar un respiro y seguir con la planeación de nuestra propuesta. En términos del currículo, decidimos realizarla al finalizar la parte de Geometría y antes de dar inicio a la parte de Estadística. Esta decisión se basó en el vínculo que fácilmente podemos encontrar con la Estadística, ya que una vez finalizado el AMM, podríamos buscar datos cuantitativos y gráficas que nos permitieran cumplir con los objetivos de esta sección, relación que no era tan evidente con la Geometría para nosotras. Igualmente, el *Caso 2* permite una mayor libertad frente a las interacciones entre los participantes, lo cual nos permitirá realizar un análisis de estas en búsqueda de identificar posibles características de la democracia. Aún cuando hemos reconocido al *e-Waste* como una problemática de interés, los estudiantes no la reconocen como tal, ya que esta se ha naturalizado con sus prácticas habituales de consumo: moda, diseño, avances tecnológicos, software, etc. A causa de esto, somos nosotras quienes vemos la necesidad de proponer esta problemática, para que por medio del estudio y su profundización se pueda empezar a desnaturalizar.

Capítulo 6:

La estrategia para ver lo “invisible”

Teniendo en cuenta que nuestro objetivo de investigación es el reconocer, analizar y categorizar las posibles interacciones que emergen durante la implementación de un AMM, entre nuestros estudiantes y sus pares, esta investigación se asocia al paradigma metodológico cualitativo, pues estos aspectos no son cuantificables. Este paradigma, en palabras de Hernández-Sampieri, Fernández y Baptista (2014) —inspirados en Punch, 2014; Lichtman, 2013; Morse, 2012; Encyclopedia of Educational Psychology, 2008; Lahman y Geist, 2008; Carey, 2007, y DeLyser, 2006— permite “examinar la forma en que los individuos perciben y experimentan los fenómenos que los rodean, profundizando en sus puntos de vista, interpretaciones y significados”. Al examinar y analizar las interacciones se deben considerar variables —no cuantificables— como la identidad en el aula, las subjetividades de los individuos y la misma cultura de la clase de matemáticas, las cuales pueden cambiar de acuerdo con sus nuevas experiencias (Skovsmose, 2000). A su vez, dichas variables se ven influenciadas por factores sociales, culturales, políticos, entre otros, que intervienen en los individuos y su relación con el otro, en distintas medidas pudiendo ser o no determinantes en su actuar. Estas características, resaltan el carácter holístico y dinámico de esta investigación cualitativa (Hernández-Sampieri, et al., 2014).

De manera particular, no buscamos probar la veracidad de una hipótesis preestablecida, ya que tenemos la intención de enfocarnos en “comprender los fenómenos, explorándolos desde la perspectiva de los participantes en un ambiente natural y en relación con su contexto” (Hernández-Sampieri, et al., 2014). Por esta razón, no planteamos una hipótesis en la que

afirmemos que se presentarán —o no— características de la democracia al plantear dicho ambiente, posibilitando nuevos hallazgos y el planteamiento de “hipótesis antes, durante o después de la recolección y el análisis de los datos” (ibíd).

Las técnicas

Ya que nos proponemos “explorar, examinar y entender los sistemas sociales” (Creswell, 2013b, Murchison, 2010 y Whitehead, 2005 citado en Hernández-Sampieri et al., 2014) de la clase de matemáticas durante el desarrollo del AMM —por medio de la examinación y análisis de las interacciones que podrían emerger en un grupo de estudiantes—, es pertinente adoptar un enfoque etnográfico. Pues este tiene como objeto de estudio elementos culturales tales como: estructuras sociales, estructuras educativas, valores y creencias, interacciones sociales, reglas y normas sociales (Hernández-Sampieri, et al., 2014). Dado que asumimos un *Caso 2* (Barbosa, 2001) y que la profesora-investigadora —PI— estará inmersa en la cultura de la clase, el enfoque etnográfico¹⁹ también nos permitirá analizar los comportamientos, las creencias, los significados, las prácticas y las ideas del grupo (Guber, 2001).

Dentro del paradigma de investigación cualitativa se utilizan diversas técnicas de producción y recolección de datos, tales como: entrevista, observación o artefactos, en los cuales se incluye “fotografías, grabaciones de audio y vídeo por cualquier medio, ...” (Hernández-Sampieri, et al., 2014, p. 415), correos, chats, notas de voz, notas de campo, etc., todo esto con el fin de dar confiabilidad, objetividad y validez al estudio. Según Guber (2001),

¹⁹ Para profundizar en el enfoque etnográfico puede consultar el capítulo 15 de Hernández-Sampieri, et al., (2014) donde pueden encontrar trece características de este.

para el enfoque etnográfico se prioriza la observación participante y la entrevista no dirigida, por esta razón las tendremos en cuenta.

De las técnicas mencionadas anteriormente, utilizaremos: 1) observación participante; 2) entrevistas; 3) grupos de discusión; 4) artefactos, permitiendo a la PI estar inmersa, comunicarse, relacionarse y así describir lo que ocurre en el aula. A continuación describimos en qué consiste cada una de estas:

- 1) *Observación participante*: esta técnica permitirá describir e interpretar, desde nuestra vivencia, las situaciones que tienen lugar en el aula, como las conversaciones e intereses particulares o grupales que se dan entre estudiantes, los cuales no son posibles capturar utilizando otros medios como los audiovisuales (Marshall y Rossman, 1995), es por ello que haremos uso de *notas de campo* como primer instrumento. La *observación participante* es pertinente para nuestro proyecto, pues la interacción entre la figura de la PI y los participantes puede permitir que estos se desenvuelvan de forma honesta y natural, con el fin de garantizar la pureza de los datos y minimizando la incidencia a la “reactividad” (Bernard, 1994).
- 2) *Entre-vista*: para este estudio entenderemos la entrevista desde la concepción de Kvale (1996), “donde se construye conocimiento a través de la inter-acción entre el entrevistador y el entrevistado” (p.6). Para esta investigación tomaremos en cuenta dos tipos, la *semi-estructuradas* y la *no estructurada*, entendiendo que en la *estructurada* se fijan las preguntas de antemano, con un orden preestablecido e incluyen opciones de respuesta o un conjunto de categorías (Díaz et al., 2013).

Por su parte las *semi-estructuradas* “presentan un grado mayor de flexibilidad que las estructuradas, debido a que parten de preguntas planeadas, que pueden ajustarse a los entrevistados. Su ventaja es la posibilidad de adaptarse a los sujetos con enormes posibilidades para motivar al interlocutor, aclarar términos, identificar ambigüedades y reducir formalismos” (ibid). El protocolo que utilizaremos para estas es: 1) preguntas por categorías; 2) selección del espacio; 3) contextualización y motivo de la entre-vista y 4) permisos.

Por otro lado, las *entre-vistas no estructuradas* “son más informales, más flexibles y se planean de manera tal, que pueden adaptarse a los sujetos y a las condiciones. Los sujetos tienen la libertad de ir más allá de las preguntas y pueden desviarse del plan original. Su desventaja es que puede presentar lagunas de la información necesaria en la investigación” (ibid). Este tipo de entre-vistas además permiten la flexibilización de las preguntas, si bien hay un objetivo a alcanzar con planeación y ejecución de la entre-vista, el orden y la intencionalidad de la misma puede variar acorde con lo expresado por el participante. Para estas, el protocolo es menos riguroso: 1) selección de los entrevistados; 2) plantear preguntas abiertas; 3) permisos.

Con estas nociones y gracias a los diferentes escenarios de interacción que se abren con la observación participante, las *entre-vistas* permitirán obtener más información de cómo piensan los individuos, entender los significados de las palabras o expresiones que usan los participantes, identificar ambigüedades, conocer percepciones personales, entender su nivel de motivación e involucramiento con el estudio, así como de clarificar lo dicho en sus intervenciones reduciendo formalismos, todo esto sin interrumpir abruptamente con la

naturalidad de las sesiones durante la investigación (Díaz-Bravo, Torruco-García, Martínez-Hernández y Varela-Ruiz, 2013).

- 3) *Grupos de discusión*: esta técnica no directiva permite la recolección de datos cualitativos, producto de discusiones entre un grupo limitado de personas en torno a un tema en particular (Krueger, 1991, citado en Gil, 1992). Para su aplicación es necesario definir: 1) cantidad de grupos necesarios; 2) cantidad de participantes por grupo; 3) composición de los grupos; 4) tiempos para la discusión; 5) lugar de reunión; 6) registro de datos. Esta técnica de producción de información, será una herramienta que permitirá potenciar la interacción entre los participantes en un espacio y tiempo determinado. Organizar a los estudiantes en grupos de discusión de cuatro o cinco resulta enriquecedor para nuestra investigación, pues a pesar de compartir el mismo espacio —salón de clase— poco interactúan entre ellos, con esto tendrán la oportunidad de debatir en torno a un tema central (ibid), poniendo en evidencia sus personalidades, habilidades, intereses, entre otros.
- 4) *Artefactos*: los registros mecánicos que utilizaremos en el estudio corresponden a las grabaciones visuales y auditivas. Los vídeos se realizarán con una cámara institucional, lo cual permitirá capturar momentos no vistos por la observadora participante, apoyar la memoria de la investigadora y acercar a la otra investigadora a lo que ocurre en el AMM. Estos registros posibilitarán la revisión de las discusiones entre los estudiantes, las intervenciones de la investigadora, las opiniones de los grupos, comentarios luego de clases y entre-vistas semi y no estructuradas.

Los que aceptaron

Nuestros participantes serán un grupo de estudiantes —donde una de las investigadoras se desempeña como profesora e imparte su clase de matemáticas en inglés— de octavo grado, conformado por 16 niñas y 11 niños, entre los 12 y 15 años de edad. A este tipo de grupos Battaglia (2008a, citado en Hernández-Sampieri, et al., 2014) lo denomina muestra por conveniencia, por la accesibilidad que el investigador tiene a este. A nivel formativo y académico, los estudiantes se destacan por ser responsables con sus deberes, tener buenas competencias comunicativas, ser solidarios y a su vez competitivos, ser respetuosos con sus profesores y compañeros y a nivel general sus desempeños son básicos y altos en las diferentes asignaturas. Por otra parte, en algunos estudiantes se evidencian debilidades en las funciones ejecutivas²⁰ y en casos particulares se identifica el poco desarrollo de habilidades de autogestión y de autorregulación, características propias de su edad.

Considerando que el estudio se llevaría a cabo en el CNY y que los participantes son menores de edad, se emitió una carta a las directivas y un consentimiento informado a los acudientes del estudiante —como lo mencionamos en el [Capítulo 5](#)—. En el consentimiento informado dirigido a padres, acudientes y estudiantes se explicita que el estudio tiene un carácter académico, las ventajas de participar en el estudio, los derechos de los participantes, la protección de privacidad de los menores y los tiempos establecidos para el mismo.

²⁰ “Las funciones ejecutivas son un conjunto de habilidades implicadas en la generación, la supervisión, la regulación, la ejecución y el reajuste de conductas adecuadas para alcanzar objetivos complejos, especialmente aquellos que requieren un abordaje novedoso y creativo” (Gilbert y Burgess, 2008; Lezak, 2004, citado en Verdejo-García y Bechara, (2010)).

Visibilizando lo invisible: las interacciones

El plan mediante el cual se organizarán, reducirán, dispondrán y analizarán los datos, se dará simultáneamente con la recogida de los mismos. Este plan se considera como una espiral de comprensión y revisión constante, ya que aunque cada etapa de análisis es paralela, generalmente al terminar una y continuar con otra, resulta necesario volver a la etapa anterior (Mejía, 2011), lo que es característico del análisis de datos cualitativos. A su vez, este proceso de análisis requiere de una revisión constante, pues tiene como objetivo “reconstruir la realidad en su contexto concreto ... con la intención de reflexionar acerca de la situación vivida para comprender lo que ocurre” (ibid, p. 48), eventos que resultan importantes en nuestro estudio.

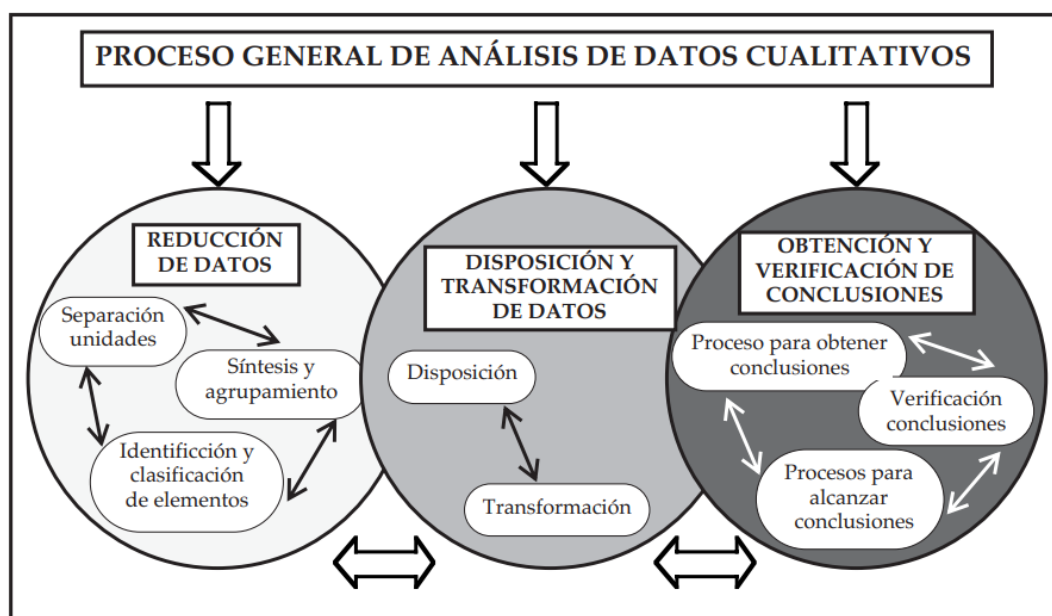


Figura 1. Proceso general del análisis de datos cualitativos. Por Rodríguez, et al. (2005).

Como se muestra en la *Figura 1*, Rodríguez, Lorenzo y Herrera (2005) —tomando como base la propuesta de Rodríguez, et al. (1996, p. 64)— presentan tres etapas en el análisis en la

investigación cualitativa: 1) etapa preparatoria o reducción de datos; 2) etapa de trabajo de campo o disposición y transformación de datos; 3) etapa analítica u obtención de resultados y verificación de conclusiones.

De acuerdo con Rodríguez, et al. (2005), como primera etapa, encontramos el proceso de reducción de datos, el cual está compuesto por un conjunto de actividades que se comportan de manera cíclica. Inicialmente se separan los datos en unidades de contenido, los cuales precisan criterios espaciales, temporales, temáticos, gramaticales, conversacionales y sociales. Esto seguido de la identificación y clasificación de estas unidades, lo que implica una categorización²¹ y codificación²². Para luego dar paso al “agrupamiento físico, creación de meta categorías, obtención de estadísticos de agrupamiento y síntesis” (ibid).

Como segunda etapa, se encuentra la disposición y transformación de datos, lo cual consiste en “condensar, organizar y poner en evidencia las características y relaciones en las informaciones” (Mejía, 2011). Esto puede estructurarse mediante cuadros, diagramas, gráficos y matrices, lo cual proporcionará una mayor organización y claridad de los datos en las categorías anteriormente dispuestas, a su vez permitirán realizar comparaciones, ver la información de forma más reducida y apoyar el desarrollo de las reflexiones finales del estudio.

Luego del procesamiento de los datos, como tercera etapa, se encuentra la obtención y verificación de conclusiones. En esta el investigador plasma sus posibles interpretaciones de los datos y de su categorización. Para nuestra investigación resultará pertinente utilizar un proceso

²¹ Categorizar hace relación al “proceso cognitivo complejo de clasificación según la similitud y diferencias encontradas, con base a criterios previamente establecidos” (Bonilla y Rodríguez, 2005)

²² Codificar hace relación al “proceso sistemático y riguroso de análisis y conceptualización por medio del cual se aplican procedimientos y estrategias que culminan con el surgimiento de una categoría central cuya caracterización va a ser expresada en términos de una teoría emergente ” (Mongue, 2015)

para obtener resultados para datos textuales, pues aquí se enfoca en la “descripción e interpretación, recuento y concurrencia de códigos, comparación y contextualización” (Rodríguez, et al. 2005, p. 147). Luego se continúa con el proceso de obtención de resultados para datos textuales, en el cual se da paso a la “consolidación teórica, aplicación de otras teorías, uso de metáforas y analogías, síntesis con resultados de otros investigadores”(ibid). Finalmente, es fundamental diseñar e implementar estrategias de triangulación (contrastando observaciones, relatos, entre-vistas y la teoría), auditoría y validación, en donde debe estar presente la credibilidad, transparencia, dependencia y confirmabilidad de los datos y sus interpretaciones (ibid).

Capítulo 7:

¡Manos a la obra! Planteemos el ambiente

Teniendo en cuenta que nuestra propuesta se enmarca en la perspectiva socio crítica de la MM y que durante esta se implementará un *Caso 2* (Barbosa, 2004), dónde los estudiantes tendrán la oportunidad de escoger la temática, diseñar y desarrollar actividades de acuerdo con sus intereses, controlar el tiempo de las mismas y que además, la profesora pasará a ser copartícipe de este ambiente —y no quién direccione—, consideramos necesario plantear un posible plan de acción. Esto con el fin de reconocer en primera instancia las etapas generales que se presentan en los AMM y en segunda instancia para prever las posibles respuestas o acciones que podrían tomar los estudiantes durante el desarrollo del mismo.

De cierto modo, no tener el control sobre nuestra clase, nos saca de nuestra zona de confort y nos enfrenta a un panorama lleno de incertidumbres, el cual es el reflejo de una tensión para nosotras como profesoras e investigadoras. Por un lado, desconocemos los enfoques que los estudiantes tomen cuando les presentemos la problemática general del *e-Waste*, pues podrían interesarse en temáticas que ignoramos. Por otro lado, el pensar en dejar de lado el rol “usual” del profesor, para asumir de la forma más adecuada el rol de coparticipante y así lograr capturar interacciones genuinas que nos permitan investigar en ellas posibles características de la democracia. Asimismo, se debe tener en cuenta que es la primera vez que los estudiantes serán partícipes de un AMM —*Caso 2*— y que muy seguramente llegarán a estancamientos o estarán esperando que seamos nosotras quienes los direccionemos, pues esto ha hecho parte de la cultura de la clase de matemáticas.

Por estas razones, tomamos como base las cinco etapas propuestas por Salazar, et al. (2017 basadas en la propuesta de Burak, 2004 y 1994):

1. **Escogencia del problema o tema a trabajar otorgando gran importancia al macro y micro contexto:** El profesor escoge una problemática *socialmente relevante* para los estudiantes, la cual permite que ellos asuman su responsabilidad ciudadana. Además es quien plantea el marco general de la problemática o “de situaciones que impactan sus porvenires o de situaciones que implican prácticas de cuidado de si, los estudiantes pueden focalizar sobre lo que trabajarán, ya sea por grupos o en el grupo de la clase”, de acuerdo con sus intereses.
2. **Desarrollo de una investigación exploratoria:** Inicialmente es necesario que profesor y estudiantes amplíen sus conocimientos sobre la temática definida anteriormente. La información encontrada —la cual no se limita únicamente a información teórica— dará paso a la reinterpretación y delimitación de la problemática. Luego en grupos, se puntualizarán las situaciones o problemáticas a investigar con el fin de ser comprendidas con ayuda de la matemática. Teniendo como propósito la reflexión o reformulación de una pregunta a contestar, sin implicar su resolución.
3. **Levantamiento de los datos y delineamiento de trayectorias de acción:** Intentando dar respuesta a la pregunta planteada, la información encontrada debe ser sistematizada y depurada. También es necesario analizar si se requiere de más información o de qué otra manera se pueden obtener los datos necesarios. A su vez los estudiantes deben trazar un “plan de acción con responsables y cronogramas”.

4. **Reinterpretación de la situación soportada en consideraciones matemáticas y desarrollo del problema:** Para ser consecuentes con este enfoque, es necesario que los grupos propongan una reinterpretación de la situación o compartan los desarrollos alcanzados a partir de la comprensión lograda con las consideraciones matemáticas y así responder o reformular su pregunta inicial.
5. **Análisis crítico de los desarrollos planteados:** Los análisis que se presenten deben dar pie a reflexiones “sobre posibles implicaciones sociales del uso de los modelos matemáticos que se generen”. Es posible hacer el replanteamiento del modelo si se observan elementos que no se tuvieron en cuenta a la hora de su formulación.

Basándonos en estas etapas, procedemos a plantear un posible esquema del desarrollo de nuestro AMM, tomando en cuenta las horas de clase disponibles, los recursos y materiales con los que deberíamos contar. El propósito de este esquema es pensar en un posible escenario del desarrollo del AMM, no obstante, sabemos que este tendrá que irse adaptando de acuerdo con las decisiones que nuestro grupo de estudiantes vayan tomando. A continuación presentamos nuestro esquema por sesiones de clase²³:

Sesión 1 - Escogencia del problema o tema a trabajar otorgando gran importancia al macro y micro contexto: Teniendo en cuenta que hemos reconocido al *e-Waste* como la problemática socialmente relevante para los estudiantes, pero que a su vez se muestra naturalizada en sus prácticas, consideramos que debemos introducir una actividad de sensibilización, que les permita reconocer las diferentes problemáticas que hay alrededor del *e-Waste* y de la cual ellos hacen

²³ Cada sesión de clase se lleva a cabo en 50 minutos.

parte. Por esta razón, daremos inicio con la reproducción del vídeo: *E Waste Visual Essay* (Edworthy, 2019), que tiene una duración de 2:16 minutos. Este vídeo, inicia con la siguiente frase traducida al español “Detrás de todo lo bello hay algo destructivo” (Edworthy, 2019) y luego da paso a imágenes de niños —en países como China, Indonesia y Ghana— que están rodeados de todos los desechos eléctricos y electrónicos, pues es a los países



Imagen 1. Niño chino rodeado de cables y *e-Waste* (Edworthy, 2019)

subdesarrollados donde llega el *e-Waste* de manera ilegal (Forti, Baldé, Kuehr y Bel, 2020).

Consideramos que estas imágenes que demuestran las dificultades, las carencias y la manera en la que viven estos niños, pueden llegar a tocar los corazones y conciencias de nuestros estudiantes, ya que ellos tienen un estilo de vida donde cuentan no solo con lo fundamental —techo, comida, agua, acceso a servicios de salud, etc.—, sino con muchas más comodidades, tales como: educación de calidad, recreación, acceso a aparatos eléctricos y electrónicos de vanguardia y propios, sus acudientes son los proveedores en casa, por lo cual no deben trabajar, etc. El vídeo también muestra datos sobre la cantidad de aparatos eléctricos y electrónicos que poseen estudiantes universitarios de países desarrollados y hace énfasis en la falta de leyes u orientaciones para el adecuado desecho de los mismos. Por último hace un llamado de atención a elevar los niveles de conciencia y educación sobre la forma correcta para el manejo de *e-Waste* y de esa forma garantizar un mejor futuro para todos.

Para intentar reconocer las comprensiones y sentimientos evocados por los estudiantes luego de ver el vídeo, les propondremos registrar sus sentimientos con las primeras palabras que

vengan a su mente en un papel craft. Posteriormente, contemplamos la necesidad de generar el primer espacio de discusión, en el cual podamos incentivar a todos los estudiantes a expresar sus opiniones, sobretodo a aquellos que normalmente no participan en las clases de matemáticas. En caso de que la participación no sea tan activa, vemos la posibilidad de plantear preguntas como: ¿Qué sientes respecto a este vídeo? ¿Por qué te sientes así? ¿Tú que piensas al respecto? Esto con el fin de escuchar todas las voces de nuestros estudiantes. Del mismo modo, debemos estar alertas a las respuestas de los estudiantes con el fin de generar continuidad en las discusiones que se presenten sobre el *e-Waste*.

Otra actividad que se tiene en mente, para que los estudiantes reconozcan la complejidad del asunto del *e-Waste*, es pedirles que enumeren las diferentes situaciones problemáticas que ellos pudieron haber identificado a partir del vídeo y la profesora las registraría en el tablero. De lo que se espera se reconozcan situaciones como la falta de reciclaje, la incorrecta disposición de las basuras, afectaciones a la salud, consumismo, etc., problemáticas presuntamente ajenas a ellos. Con el fin de desnaturalizar la problemática y de que visibilicen su responsabilidad frente al *e-Waste* les propondremos responder las preguntas: ¿haces parte del problema? Si la respuesta es sí entonces ¿de qué manera? Si la respuesta es no ¿quiénes hacen parte del problema?

Aparte, por directrices institucionales debemos asignar una actividad H.I.C.E.²⁴ cada dos ciclos²⁵ en nuestras clases. Por lo cual para continuar trabajando en la desnaturalización de esta problemática, pensamos que sería oportuno que los estudiantes identifiquen y registren cuáles y cuántos aparatos eléctricos y electrónicos han sido o serán parte del *e-Waste* en sus casas. Para dar cumplimiento a la parte de investigación y a su vez para expandir un poco más esta visión,

²⁴ Las actividades dispuestas para ser desarrolladas en casa, deben apuntar al desarrollo de Habilidades, Indagación, Creatividad y Exposición, por esto el acrónimo H.I.C.E.

²⁵ El CNY cuenta con un horario rotativo, en el cual se tienen 5 días rotativos y el miércoles como día fijo.

les pediremos preguntar a un vecino o amigo y a un miembro de la familia —que no conviva con ellos— los mismos datos. Del mismo modo les pediremos compartir esta información de manera creativa, la cual podrán exponer en la siguiente sesión.

Sesión 2 y 3 - Desarrollo de una investigación exploratoria: Teniendo en cuenta que realizarán la actividad H.I.C.E., les pediremos compartirlas y escucharemos atentamente lo que tienen que decir, en esta etapa será fundamental contar con el vídeo para poder captar las intervenciones de nuestros estudiantes. A su vez, lograr capturar cuales son los intereses y reacciones que se van manifestando en las discusiones. Para que tengamos la posibilidad de investigar y profundizar sobre temas que emerjan, tendremos a disposición iPads con internet. Esperamos que luego de esto, puedan discutir con las personas que hayan consultado sobre los mismos temas y formasen grupos de trabajo, lo cual es ideal para el AMM. Con el desarrollo de esta dinámica en la clase de matemáticas —que dista del control usual— buscamos que los estudiantes empiecen a percibir que esta puede ser un espacio en el cual pueden tomar decisiones, de acuerdo con sus gustos o personalidades y que esta decisión es respetada. Por ejemplo, poder decidir si quieren trabajar sentados o de pie, si quieren sentarse en un escritorio diferente al asignado para la clase, si quieren trabajar en grupo o de manera individual, etc. No obstante, seguramente será necesario orientarlos para que como grupo planteen una pregunta de investigación a partir de la situación problema seleccionada.

Sesión 4 - Levantamiento de los datos y delineamiento de trayectorias de acción: Para esta etapa es fundamental que los estudiantes tengan acceso a fuentes de información que les permita acceder a datos de las situaciones problemáticas que han seleccionado, por lo cual tendremos a

disposición iPads con internet. Posiblemente los estudiantes en esta actividad requerirán de preguntas orientadoras que les permitan analizar la pertinencia, suficiencia y calidad de la información que vayan encontrando. Durante esta etapa es fundamental estar atentas a las matemáticas que puedan ir emergiendo durante sus búsquedas y analizar la importancia que ellos le dan a estas. Por último, debemos buscar la forma de persuadirlos para organizarse por medio de un plan de acción, el cual se ajuste a las cuatro sesiones de clase y le permita a cada uno asumir una responsabilidad en el grupo.

Sesión 5 y 6 - Reinterpretación de la situación soportada en consideraciones matemáticas y desarrollo del problema: En esta parte es primordial escuchar, discutir y resaltar las interpretaciones que podrían lograr sobre la situación problema, gracias a las matemáticas. Con el ánimo de que los estudiantes compartan los desarrollos logrados o presenten una reinterpretación, debemos pensar en preguntas orientadoras tales como “bueno y ¿qué hacemos con toda esta información?” o “¿todo el mundo conoce sobre esto?” o “¿qué tanto conocen sobre lo que están estudiando sus demás compañeros?”. Aquí escucharemos las propuestas de cada grupo y las pondremos a su consideración para que sean ellos mismos quienes decidan el paso a seguir. De acuerdo con estas propuestas, ajustaremos los tiempos y espacios para que compartan sus comprensiones de la forma que hayan escogido.

Sesión 7 y 8 - Análisis crítico de los desarrollos planteados: Considerando los posibles modelos matemáticos utilizados o construidos, junto con sus interpretaciones —o reinterpretaciones— esperamos que los estudiantes cuestionen y discutan la validez y veracidad de estos. A su vez, esperamos que logren elevar sus niveles de conciencia respecto a su participación en la

problemática ambiental y social generada por el *e-Waste*. Por lo cual, consideramos indispensable, generar un espacio de diálogo donde podamos escuchar a cada uno de los participantes.

Cómo lo hemos mencionado, este es un plan el cual está sujeto a las decisiones que los estudiantes vayan tomando en cada sesión, a su disposición para el cambio de la cultura de la clase de matemáticas y a los intereses que realmente se vayan generando alrededor de la problemática que —nosotras— hemos identificado como *socialmente relevante* para ellos.

Capítulo 8:

e-Waste: Una excusa para buscar lo invisible en la clase de matemáticas

Ya con los permisos, los participantes, los artefactos, los tiempos y el “plan” listos, estábamos preparadas para dar inicio a nuestro AMM. No obstante, aún sentíamos preocupación por desarrollar este ambiente cumpliendo con las etapas planteadas —aún cuando el orden no sea el mismo— dentro de los tiempos disponibles, también porque emerjan matemáticas en el desarrollo de este “proyecto” y que se logre el análisis crítico que se propone para este enfoque de la MM. Pero más aún, porque obtengamos evidencias —en las interacciones dentro de un AMM— que nos permitan reconocer, analizar y categorizar características de la democracia en la clase de matemáticas. Pese a las múltiples preocupaciones, dimos inicio con el desarrollo de este con la ilusión de establecer —por lo menos— una relación entre la educación matemática y la formación ciudadana —en nuestro caso específico con las características de la democracia—, como relatamos a continuación.

Momento 1²⁶ - Sensibilización

En este primer momento, al ingresar al salón de clases, los estudiantes se mostraron sorprendidos e inquietos al ver que ya estaba instalada una cámara filmadora para la clase de matemáticas. De hecho, al revisar la grabación notamos que una de las estudiantes pregunta “¿ya está grabando?” (Momento 1 - transcripción de vídeo y audio 10 de marzo). Los estudiantes se ubicaron en los puestos asignados por su director de grupo a mitad del trimestre académico, esta disposición se muestra en la *Figura 2*. Luego que los estudiantes toman su lugar, la profesora da

²⁶ Sesión de clase #1 del 10 de marzo.

las instrucciones y aclaraciones sobre del “proyecto”, pues estaban asumiendo que este se trataba del proyecto interdisciplinar que anualmente se desarrolla entre las asignaturas de física, química, biología y matemáticas. Por esta razón, fue necesario reiterar que las actividades que se iban a desarrollar —nuestro AMM— se enmarcaban en un proyecto de investigación para la MDM y por ende no se asociaría una calificación a este.

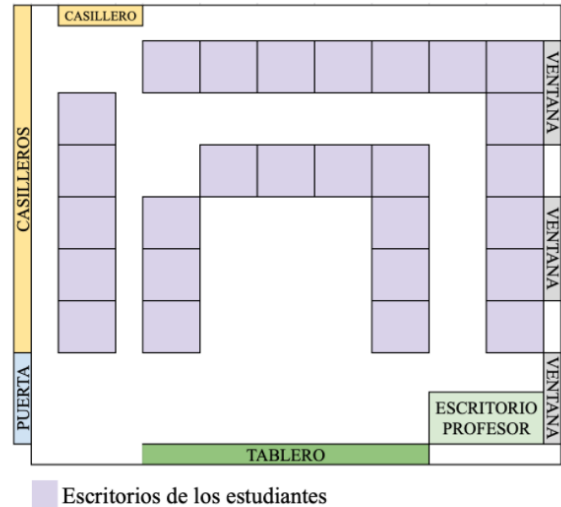


Figura 2. Organización del salón

Para iniciar oficialmente con el desarrollo del AMM, dimos paso a lo planeado para nuestra *Sesión 1*, proyectando el video *E Waste Visual Essay* (Edworthy, 2019). Durante su reproducción, la gran mayoría de estudiantes se mostraron atentos y con sus gestos demostraban preocupación y tristeza. Al finalizar, se les pidió pensar en lo que el video les hizo sentir y escribirlo en un mural dispuesto cerca a la puerta. Luego, al último estudiante en registrar sus sentimientos se le pidió leer lo que sus compañeros escribieron: “tristeza, culpa, pesar, preocupación, nostalgia, dolor, impotencia, lástima, disgusto, remordimiento, nos estamos destruyendo, se puso a reflexionar, pobreza y ya” (Momento 1 - transcripción de video y audio 10 de marzo). En este punto la PI, después de esperar unos minutos y ver que los estudiantes se quedaron en silencio y solamente la observaban, decidió preguntarles “¿quién quiere compartir lo que sintieron al ver el video?” (Momento 1 - transcripción de video y audio 10 de marzo). Fue necesario tomar esta decisión para incentivar una discusión. En consecuencia, los estudiantes

comenzaron a pedir la palabra para compartir sus apreciaciones, las cuales estuvieron centradas en sus emociones.

Puesto que la primera etapa tiene como objetivo la escogencia de la situación problema a trabajar, la PI los orientó a ello pidiéndoles que identificaran las problemáticas presentes en el vídeo y que además justificaran por qué estas eran una problemática. Mientras los estudiantes compartían sus respuestas, la PI iba registrándolas en el tablero: “no reciclar la tecnología”, “consumo masivo de aparatos”, “dependencia a equipos electrónicos”, “contaminación por sustancias tóxicas”, “negligencia o ignorancia”, “pobreza”, “falta de atención del gobierno”, “bajos recursos económicos”, “trabajo infantil” (Momento 1 - transcripción de vídeo y audio 10 de marzo), para que todos visualizaran las problemáticas y mencionaran las faltantes.

Una de las estudiantes hizo el siguiente comentario: “pues a pesar de que tú nos muestres ese vídeo, dentro de cinco horas va a ser como ¡ah, bueno!” (Momento 1 - transcripción de vídeo y audio 10 de marzo) lo cual es muestra de la naturalización de esta gran problemática. Por otro lado, una estudiante manifestó que “hoy en día usamos toda la tecnología ... no nos detenemos a consultar un libro, si no es la manera más fácil, porque por ejemplo Google tiene todas las respuestas” (Momento 1 - transcripción de vídeo y audio 10 de marzo) y otro estudiante agregó que “la dependencia de equipos, porque la mayoría de nosotros tiene celulares...” (Momento 1 - transcripción de vídeo y audio 10 de marzo), intervenciones que fueron indicios para que se empezaran a reconocer como parte del problema.

Estas últimas intervenciones dieron pie para que la PI introdujera una pregunta que les permitieran reconocer los niveles de responsabilidad frente a este gran problema: “van a hacer memoria y van a pensar —antes de comentarlo— ¿cuántos celulares ha tenido usted en toda su

vida?” (Momento 1 - transcripción de vídeo y audio 10 de marzo). Esta pregunta causó gran conmoción entre varios estudiantes, quienes de manera insistente levantaron su mano para compartir sus respuestas. Sin embargo, la PI tomó la decisión de preguntarles a todos en el orden en que estaban organizados. Dicha situación resultó en un detonante, pues los estudiantes reaccionaron con asombro frente a ciertas respuestas de sus compañeros, quienes manifestaron haber tenido 11 o hasta 13 celulares. La PI en medio de las intervenciones les manifestó “¿sabían que un celular tiene en promedio de 3 a 5 años de vida útil?” (Momento 1 - transcripción de vídeo y audio 10 de marzo), lo cual causó mayor conmoción.

Teniendo en cuenta nuestra planeación, supimos que los celulares debían hacer parte de la lista de aparatos eléctricos y electrónicos para la actividad H.I.C.E. Una vez se les explicó en qué consistía esta, les planteamos pensar en otros aparatos, incluyendo en la lista computadores e impresoras. A la vez, los estudiantes preguntaron específicamente qué debían hacer, a lo que la PI les contestó “lo que ustedes deseen presentar” (Momento 1 - transcripción de vídeo y audio 10 de marzo). Unos dijeron que hicieran un cartel tipo infografía, a lo que PI les sugirió que lo hicieran en un octavo de cartulina, ya que era para el día siguiente.

Momento 2²⁷ - Escogiendo la situación

Para este segundo momento los estudiantes empezaron la clase alistando los *mini-poster* que crearon la tarde anterior. El “plan” era que los estudiantes socializarán sus hallazgos con sus demás compañeros. Sin embargo, tomamos en consideración que por cuestiones de tiempo, esto no sería posible y por esta razón consideramos que lo mejor era que ellos se organizaran por grupos de trabajo. No obstante, en las últimas semanas se habían detectado dificultades para el

²⁷ Sesión de clase #2 y #3 del 11 y 12 de marzo.

trabajo en grupo con un estudiante, ya que él no se integraba a ningún grupo, ni sus compañeros lo invitaban a ser parte de estos. A su vez, una semana antes, había ingresado una estudiante que se matriculó tarde y quedó asignada a este curso, el cual fue diferente al del año anterior. Con el fin de evitar que estos dos estudiantes fuesen excluidos, la PI tomó la decisión de utilizar un software en línea que organizó de manera aleatoria²⁸ seis equipos de trabajo. Aún cuando esta organización no fue la “planeada”, es responsabilidad del profesor intentar garantizar que los estudiantes no se excluyan entre sí.

Como era de esperarse, algunos se emocionaron al ver su equipo de trabajo, otros no tanto, pues estaban en equipo con personas con quienes nunca habían trabajado, como más

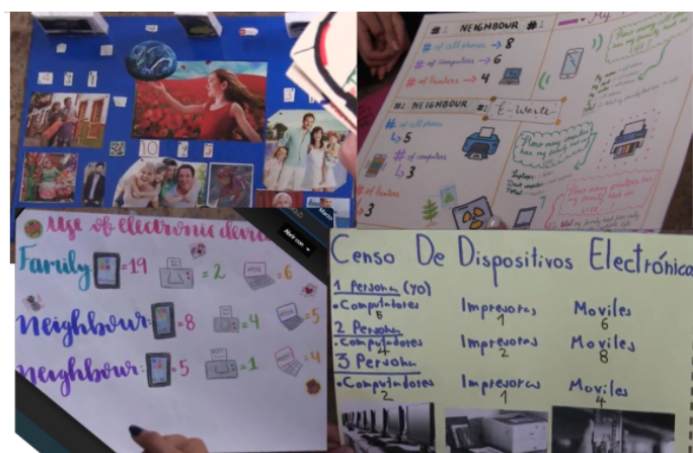


Imagen 2. Mini-poster sobre la cantidad de celulares, computadores e impresoras en casa y la de sus vecinos/amigos.

adelante nos lo confesarían. La transición entre ver con quienes trabajarían y sentarse a compartir su información, fue un tanto caótica, pues hubo abrazos, risas, caras de aburrimiento y comentarios como “ughh, me tocó con...” (Momento 2 -

transcripción de vídeo y audio 11 de marzo). Luego de esto, movieron los puestos hacia los extremos del salón, se sentaron en el piso y cada grupo determinó en qué orden compartir sus trabajos. Se evidenciaron reacciones de asombro ante la cantidad de dispositivos electrónicos —en particular celulares— que han tenido. A su vez, los estudiantes sintieron la necesidad de dar explicaciones acerca de por qué tuvieron

²⁸ <https://www.randomlists.com/team-generator>

ese número de dispositivos, razones entre las cuales se encontraron: por moda, se dañaban fácil, la aplicaciones no funcionaban bien, se ponía muy lento, entre otras. Este tipo de justificaciones fueron recurrentes entre los grupos, pues algunos afirmaron que el cambio frecuente de dispositivos era planeado por las empresas, otros estudiantes le atribuyeron la responsabilidad al mismo consumidor porque tomaban la decisión de cambiar de dispositivos no porque ya no funcionaban, sino porque querían uno mejor: “Por ejemplo en la familia de ella han habido 46 celulares y son solo 4 personas...” otra estudiante agrega “ella nos contaba que su familia cambia mucho de celulares porque quieren tener el último, el que está de moda y porque tienen los recursos para hacerlo...” (Momento 2 - transcripción de vídeo y audio 11 de marzo).

Dado que el objetivo de esta etapa en el AMM es la ampliación de los conocimientos y que la PI es coparticipante debe estar muy atenta a las intervenciones. Por esta razón, consideró pertinente preguntar a los grupos: “¿cuándo sería apropiado cambiar de celular? ¿cuáles deberían ser las razones para cambiar de celular?” (Momento 2 - transcripción de vídeo y audio 11 de marzo). Para esto se les entregó iPads a los estudiantes quienes buscaron información al respecto y un grupo encontró un artículo que hablaba de tipos de obsolescencia. Por lo cual la PI también buscó información sobre el asunto y compartió con los estudiantes un vídeo que le pareció pertinente, ya que mencionaba las justificaciones dadas por los estudiantes al inicio. El *Cambio Ambiental/Basura Electrónica*²⁹ (Rodríguez, 2016), es el primer episodio de una serie de vídeos que hablan sobre factores que influyen en el cambio climático. En particular, este hace referencia a los tipos de obsolescencia: real, programada, inducida y percibida, además, se muestran los componentes que pueden ser tóxicos, los lugares en donde termina el *e-Waste* y presenta ideas

²⁹ Véase en [Basura Electrónica](#)

de reciclaje —donarlos y artesanías— que se han llevado a cabo en Argentina. Al finalizar el vídeo, la PI preguntó “¿alguien conoce si en Colombia existe algo parecido?” (Momento 2 - transcripción de vídeo y audio 11 de marzo), algunos estudiantes manifestaron: “no, en los Centros Comerciales hay depósitos para dejar las pilas, pero no conozco lugares para botarlos” (Momento 2 - transcripción de vídeo y audio 11 de marzo).

En la siguiente sesión de clase, la PI consideró que ya se había logrado ampliar el conocimiento sobre las problemáticas que giran entorno al *e-Waste*, por lo cual fue necesario empezar a delimitar la situación problema para cada grupo. Por ello, la PI les preguntó qué problemática les había llamado más la atención y les propuso profundizarla, cabe resaltar que cada grupo eligió temáticas diferentes. Para consultar información pertinente a la problemática de su elección nuevamente utilizaron iPads, sin embargo, fue evidente que no todos los participantes tuvieron el mismo interés para investigar, discutir, aportar, filtrar información, etc. Con el fin de involucrarse en estas actividades, la PI pasó a cada uno de los grupos para conocer la información que iban encontrando y las discusiones que se generaron alrededor de esta. Durante sus rondas de interacción, la PI notó que los estudiantes recopilaban bastante información concerniente a su tema, no obstante, no tenían claro qué hacer con esta, pues no habían reconocido la necesidad de plantear un objetivo de investigación. Frente a este obstáculo, la PI los orientó a que pensarán qué exactamente querían investigar y así proponer su pregunta de investigación antes de finalizar la hora de clase.

Momento 3³⁰ - Comprendiendo la situación por medio de los datos

Los estudiantes nuevamente se organizaron en sus grupos y empezaron a discutir las preguntas de investigación que habían planteado la sesión anterior, para todos fue un momento de tensión, pues no fue fácil llegar a un acuerdo para plantearla y en unos casos llamaron a la PI en busca de apoyo. En estas discusiones, los estudiantes intentaron exponer sus razones, sin embargo se evidenció que les costó mucho trabajo escucharse entre sí y plantear suficientes argumentos para justificar sus ideas, lo que no permitía llegar a un consenso.



Imagen 3. Momento 3 - Estudiantes buscando información de la problemática escogida.

Luego de que cada grupo se “puso de acuerdo” —primando la “democracia”, donde la mayoría gana— en su pregunta de investigación, empezaron a filtrar la información ya encontrada e incluso indagaron sobre factores que no se habían tenido en cuenta anteriormente e iniciaron con un “análisis” de la información. Los grupos encontraron datos matemáticos, por ejemplo, un estudiante dijo “¡ay miren!, aquí hay cosas que nos pueden servir, porque podemos compararlas y sería chevere mostrar una comparación” (Momento 3 - transcripción de vídeo y audio 13 de marzo) refiriéndose a porcentajes de *e-Waste* de Colombia y otros países del mundo; vimos que la información consultada se refería a: cantidades, porcentajes, gráficos de barras, diagramas de dispersión, mapas con rutas, diagramas no convencionales, entre otros. De allí inferimos que los estudiantes utilizaron la matemática como un respaldo a sus afirmaciones o

³⁰ Sesión de clase #4 del 13 de marzo.

como una respuesta a sus preguntas. No obstante, pese a haber encontrado información matemática y de realizar un “análisis” a esta, no se evidenció que algún grupo se cuestionara sobre el tipo de gráfica utilizada, las variables que fueron tenidas en cuenta y las que no, sobre la fiabilidad de los datos, las fuentes consultadas o sobre las matemáticas inmersas en la información encontrada.

Quedamos en “Stand by”: sucedió lo inimaginable

El 11 de marzo la Organización Mundial de la Salud reconoció al COVID-19 como una pandemia. Para el 16 de marzo las directivas del CNY —respondiendo a la Circular No 20³¹ expedida por el Ministerio de Educación Nacional— tomaron la decisión de mantener a los estudiantes en casa, mientras profesores y directivos estructuraban un plan de contingencia que permitiera continuar con el año escolar de manera remota. Inicialmente no fuimos conscientes de lo que implica una pandemia, pensando que en un par de semanas retornaríamos a la presencialidad. Por otro lado, con el aislamiento obligatorio establecido para la ciudad de Bogotá, los padres —quienes en su mayoría estaban en casa con sus hijos— tuvieron la posibilidad de escuchar todo lo que sucedía en clase, lo cual generó una tensión para nosotras, pues podrían preguntar por qué no se evidencian contenidos matemáticos como era lo usual en las clases de matemáticas. Por estas dos razones, decidimos hacer un “alto” en nuestro AMM y dar inicio a la parte de Estadística planteada en el currículo.

Sin embargo, al ver que el tiempo transcurría y las actividades institucionales no retornaban a la presencialidad, decidimos replantear nuestro AMM y adaptarlo a la mediación

³¹ Véase en [Circular No 20 - MEN](#)

tecnológica remota, de acuerdo con las condiciones que se habían establecido a nivel institucional. Esto supuso nuevos retos, ya que desde esta modalidad la intensidad horaria se había reducido y —tanto estudiantes como profesores— estábamos aprendiendo y adaptándonos a esta. Con esto, fue necesario hablar nuevamente con nuestro jefe de área, quien nos autorizó cinco “horas” de clase. Considerando que las condiciones cambiaron y que las circunstancias se salían de nuestras manos, decidimos continuar con el desarrollo de nuestro AMM y darle continuidad hasta donde los tiempos lo permitieran, pues el tiempo de productividad que se tenía en la presencialidad se vio reducido drásticamente desde esta nueva modalidad, además de verse condicionado a problemas de conectividad, acceso a cámaras y micrófonos y la disposición de los estudiantes —de cierta forma— ya no fue la misma. El CNY decidió utilizar la plataforma Google Meet para conectar por videollamada a estudiantes y profesores. Además esta aplicación nos permitió grabar nuestros encuentros, lo cual fue fundamental para la producción y recolección de los datos. Ahora continuaremos con el relato de los momentos que prosiguieron durante de la pandemia.

Momento 3³² (continuación) - Comprendiendo la situación por medio de los datos

Con el ánimo de retomar el AMM y “enganchar” nuevamente a los estudiantes, decidimos construir un vídeo con escenas de las sesiones que se llevaron a cabo durante la presencialidad. Esto también les permitió recordar quienes conformaban sus grupos y las problemáticas en las cuales estaban trabajando. Desde otro ángulo, este vídeo fue un momento muy emotivo, pues manifestaron sentir nostalgia y alegría a la vez, al verse compartiendo en un espacio que no han podido aprovechar debido a la pandemia. Un estudiante escribió en el chat:

³² Sesión de clase #5 y #6 del 8 de mayo.

Que buenos momentos 😊

Imagen 4: Momento 3- captura de pantalla de chat 8 de mayo

Con la finalidad de continuar, la PI hace un breve recuento de lo realizado en la última sesión del AMM. Donde les recuerda que por grupos habían planteado una pregunta de investigación y habían hecho un pequeño análisis de la información recolectada. Por lo que los estudiantes preguntaron cuál sería el paso a seguir, la PI —con el fin de que ellos volvieran a tomar las riendas de la clase— les preguntó qué se les ocurría hacer con la información y los análisis que habían logrado hasta el momento. A lo que un estudiante contestó “no sé, una presentación en Power Point” (Momento 3 - transcripción de vídeo y audio 8 de mayo). Viendo que no todos los estudiantes estuvieron de acuerdo con esta idea, se les propuso que cada grupo decidiera una manera para presentar la información. Por ello, fue necesario crear un Meet para cada grupo y así garantizar una comunicación más efectiva entre sus integrantes —lo que no se lograría en una sola vídeollamada de 28 personas—. Dado que la PI no podía estar de manera simultánea en las reuniones, estos encuentros también fueron grabados. De igual forma, ingresaba unos minutos a cada Meet para discutir con ellos, escuchar sus ideas y procesos de construcción, y brindar apoyo de ser necesario. Antes de finalizar la clase y teniendo en cuenta que los estudiantes lograron organizarse y concretar sus productos, decidimos —entre todos— que en las próximas dos sesiones compartirían sus hallazgos y conclusiones.

Momento 4³³ - Compartiendo comprensiones

Para dar inicio con las presentaciones, esperamos a ver qué grupo se animaría para ser el primero. Sin embargo, se mostraron tímidos y tal vez con temor de ser los primeros. Un

³³ Sesión de clase #7 y #8 del 11 de mayo.

estudiante propuso que se escogieran los grupos al azar, por lo cual, la PI decidió utilizar un dado virtual³⁴ y así asignar un orden. Cada grupo compartió su pregunta de investigación, la información que encontraron al respecto y las conclusiones que habían desarrollado. De manera general, se evidenció que los estudiantes habían preparado el tema y que se distribuyeron las responsabilidades de forma equitativa. No obstante, ciertos grupos tuvieron dificultades técnicas con los vídeos y presentaciones que crearon. De manera particular, solo un estudiante no participó en el desarrollo de la investigación desde que se entró en la modalidad remota y tampoco realizó la presentación, pues manifestó no tener cámara ni micrófono. Entre cada presentación, los estudiantes y la PI realizaron intervenciones frente a las problemáticas que sus compañeros expusieron, compartiendo así sus puntos de vista o información que ellos habían encontrado.

Momento 5³⁵ - Reflexiones y Cierre

Con el propósito de generar una etapa de reflexión y cierre frente a las experiencias del AMM, la PI inició la sesión preguntando “¿cómo perciben ahora la problemática del *e-Waste*?” (Momento 5 - transcripción de vídeo y audio 19 de mayo). A nivel general los estudiantes aceptaron no saber mucho sobre esta problemática antes del proyecto y que gracias a este han logrado reconocer con mayor profundidad por lo menos un factor implícito en el *e-Waste*. Un estudiante dijo: “sabía que hay problemas ambientales y lo del cambio climático y eso, pero siempre lo había visto por el lado del plástico, la basura, talar árboles y eso... no por los celulares y demás cosas... pues ya sé que no es bueno cambiar de celular solo porque salió uno nuevo o si

³⁴ <https://www.calculator.net/dice-roller.html>

³⁵ Sesión de clase #9 del 19 de mayo.

lo voy a cambiar intento dárselo a mis primos o mis tías para reutilizarlo” (Momento 5 - transcripción de vídeo y audio 19 de mayo). También, se reconocieron como parte del problema, pues manifestaban que ellos mismos desconocían la manera adecuada y los lugares disponibles en Bogotá para deshacerse de su *e-Waste*, al igual que las campañas que diversas organizaciones realizan para las prácticas del buen uso y desecho de estos, como lo manifestó uno de los estudiantes “por lo menos ya sé que no los debo echar a la basura, sino llevarlos a los lugares especiales donde reciclen sus piezas o los arreglen para donarlos” (Momento 5 - transcripción de vídeo y audio 19 de mayo).

Dentro de las reflexiones una estudiante manifestó que el cambio en las prácticas consumistas y de reciclaje no es significativo si solo una persona lo hace. Con esto la PI pregunta a los estudiantes “¿qué se les ocurre a ustedes que podemos hacer como grupo?” (Momento 5 - transcripción de vídeo y audio 19 de mayo). Aquí los estudiantes hablaron de campañas de reciclaje, incentivar la reutilización de aparatos en las casas de los estudiantes, investigar la vida útil de los aparatos antes de adquirirlos y de ser necesario alquilar y no comprar, informar a la comunidad —familiares y compañeros— sobre los puntos de recolección para el *e-Waste*, entre otras. En definitiva, una de las estudiantes propone que gestionemos al CNY como un punto de acopio para *e-Waste*, lo cual es una idea que parece tener la aprobación de todos. A su vez, manifiestan la necesidad de informar a los demás estudiantes y sus familias sobre la problemática general del *e-Waste*, para lo cual proponen la creación de un vídeo entre todos los estudiantes que muestre por qué somos parte del problema y cómo podemos aportar a la disminución de este.

Como se ha mostrado, se desarrollaron algunas de las etapas del AMM descritas en el plan, estas estuvieron implícitas en los momentos relatados y se fueron adaptando de acuerdo con las decisiones que tomaban los participantes. Del mismo modo, el estado de pandemia también condujo a ciertos cambios, teniendo que finalizar antes de lo esperado, pues los *tiempos efectivos* son más cortos desde esta modalidad remota. No obstante, aún cuando no se completaron las etapas como se planeó inicialmente, permitimos que el AMM se diera hasta donde fuese posible —sin apresurarnos—, tomando la decisión de finalizar el proyecto con un espacio “amable”, que invitara a la reflexión sobre las comprensiones logradas. Además, consideramos que con la evidencia recolectada hasta el momento, podríamos hacer un análisis que permitiera dar una respuesta a nuestro objetivo de investigación.

Capítulo 9:

Visibilizando las interacciones

Como lo describimos en el [Capítulo 3](#), antes de ingresar a la MDM desconocíamos la perspectiva sociopolítica de la educación matemática. Las interpretaciones que hemos logrado sobre esta perspectiva, nos permitieron cuestionar nuestras prácticas y concepciones sobre las matemáticas. Este cuestionamiento nos llevó a develar que nuestras clases tenían como foco de estudio los contenidos, dónde nuestros estudiantes han asumido un rol pasivo y no hemos tomado en cuenta sus contextos. Tampoco prestábamos mayor atención a las interacciones entre profesor y estudiantes, y entre estudiantes, y menos aún priorizábamos el trabajo colectivo. Características que podríamos asociar a un enfoque más tradicional, donde el profesor es el transmisor del conocimiento y los estudiantes los receptores de este.

Esta perspectiva nos permitió no solo cuestionar nuestras prácticas pedagógicas para que nosotras mismas las “juzgáramos”, sino que nos hizo pensar sobre la responsabilidad que ahora debíamos asumir para aportar a la formación ciudadana desde la educación matemática. Luego de investigar, interpretar y reinterpretar lo que esta perspectiva sociopolítica significaría en nuestro contexto y de tomar en cuenta el trabajo realizado por otros —como lo planteamos en el [Capítulo 4](#)—, decidimos desarrollar un AMM como alternativa a nuestras prácticas pedagógicas, con el fin de crear un espacio —dentro de la clase de matemáticas— que permitiera nuevas interacciones entre los participantes.

Rescatando ideas de Barbosa (2006a, 2006b) y Lerman (2001), entenderemos las interacciones como aquellas prácticas discursivas —no sólo las verbales— que contribuyan a

que los participantes *entren en contacto*³⁶, actúen y organicen sus ideas dentro del AMM. Con el fin de reconocer y describir dichas interacciones, hicimos uso de las transcripciones de audio y vídeo de cada uno de los momentos, las notas de campo de la PI, las entre-vistas realizadas a estudiantes y los chats de las vídeo llamadas. Todo esto con el fin de lograr la triangulación de la información, la cual facilitó la validación de las interpretaciones en torno a las interacciones de los participantes.

Asimismo, con el fin de cumplir con los criterios de confidencialidad y resguardar su integridad física y moral, los estudiantes escogieron seudónimos que serían utilizados a lo largo del trabajo. En la *tabla 2* compartimos la situación problema estudiada por cada uno de los seis grupos de 4 o 5 estudiantes y sus seudónimos.

Con lo relatado en el [Capítulo 8](#), logramos evidenciar nuevas interacciones entre los participantes en la clase de matemáticas. Con el fin de reconocerlas y describirlas, hicimos uso de las transcripciones de audio y vídeo de cada uno de los momentos, las notas de campo de la PI, las entre-vistas realizadas a estudiantes y los chats de las videollamadas. Todo esto con el fin de lograr la triangulación de la información, la cual facilitó la validación de las interpretaciones en torno a las interacciones de los participantes que presentamos a continuación.

³⁶ De acuerdo con Valero y Skovsmose (2012) “entrar en contacto significa ponerse a tono cada uno con el otro. Significa estar presente y estar consciente de lo que está ocurriendo en la conversación y de las contribuciones de cada uno de los participantes. También significa establecer una relación positiva entre los compañeros del diálogo que los dispone para la cooperación” (p. 159).

Tabla 2
 Grupos en el ambiente de modelación matemática

Grupo	Situación Problema del e-Waste	Estudiantes
1	Uso de los dispositivos electrónicos y sus consecuencias en la salud	Vero, Kevin, Belén, Niky y Leo
2	Importancia y uso diario de dispositivos en la sociedad	Lisa, Emma, Xavi y Nancy
3	Trabajo infantil debido a la extracción de Cobalto	Ann, Nico, Nani, Bela y Sech
4	Producción, consumo e e-Waste de celulares a nivel Colombia, Latinoamérica y Mundial	Lucas, Yoda, Pepe y Mateo
5	Tipos de obsolescencia para celulares	Rebecca, Yessy, Tommy y Susana
6	Efectos del e-Waste en la contaminación ambiental	Igor, Connor, Sandy, Vanessa y Agatha

Tema, participantes y organización de los grupos de investigación.

Para la etapa de *Sensibilización* —momento 1, presencial—, varios estudiantes compartieron sus sentimientos y opiniones luego de ver el primer vídeo³⁷.

Lucas: *Yo siento culpabilidad y también un poco de neutralidad. Me refiero a que todos nosotros estamos aportando ahí, tirando basura, no recogiendo, tirando las botellas a la calle, que eso es lo que más pasa.*

Niky: *Sentimos culpa porque pues de todos modos en algún momento de nuestras vidas nosotros hemos causado algunas de esas (refiriéndose a las problemáticas expuestas en el vídeo), así sea muy poco, pero lo hemos causado también y como que somos conscientes de que eso está sucediendo y no reaccionamos, ni hacemos algo como para ayudar.*

Agatha: *Pues como dicen mis compañeros, nosotros tenemos culpa de eso, o sea uno se siente mal al ver de que uno está aquí intacto y las demás personas son las que están sufriendo, pues es muy triste.*

...

Agatha: *Pues [sentimos] impotencia al saber de qué pues podemos como aportar, pero no es como que inmediatamente, todo es un proceso. Todo el proceso que hicimos para*

³⁷ *E Waste Visual Essay* (Edworthy, 2019): https://www.youtube.com/watch?v=d8Qd_5iX0sg

arruinar [el mundo] completamente y ya es un proceso mucho más grande para mejorarlo. Osea es impotente no poder hacer algo como de una vez.

Lucas: *Yo opino que nosotros podemos dar nuestro grano de arena, pero no hacerlo a gran escala porque hay mucha gente en el poder que puede hacer eso, pero se lavan las manos con que no se puede hacer nada.*

Momento 1 (presencial) - Transcripción de vídeo y audio 10 de marzo

Lucas, Niky y Agatha expresaron al grupo los sentimientos generados luego de ver el vídeo y explicaron el porqué de estos. La PI nota que estos mismos estudiantes, en términos académicos, solían tener dificultades con los conocimientos matemáticos, obteniendo desempeños bajos y básicos en las actividades evaluativas; además no solían participar en las clases, lo cual podría ser una consecuencia de lo primero, como la PI lo mencionó en una de sus notas de campo.

El vídeo de Sensibilización creo que logró tocar las fibras de algunos, pues se veían tristes, conmocionados, sorprendidos por las imágenes que allí se mostraban. Creo que ver niños de su edad, incluso unos mucho menores que ellos en esas condiciones de pobreza, es algo fuerte. Pero bueno, parece ser que no todos pensaron lo mismo, no todos se veían enganchados...

Llamó mi atención que Agatha, Lucas y Niky participan constantemente, pues en Math no es así, además que no es que les vaya muy bien. Por ejemplo, en las clases normales Agatha vive más pendiente de sus colores, sus plumones, de como decorar su cuaderno, pero hoy sí estaba como conectada con las clase... Es como si con esta temática [ellos] si tuvieran algo que decir y sintieran la seguridad que lo que dicen no será juzgado por los otros....

También noté que los “pilos”, los que siempre participan en las clases de math, estaban como muy callados, no les vi animados como sí suele pasar en las clases, por ejemplo: Connor, Belén, Vero, Lisa, Sech, Yessy... estaban como en otro cuento, como hasta aburridos parecían.

Momento 1 (presencial) - Notas de campo - Transcripción del 10 de marzo

Una vez inicia el desarrollo del AMM, la PI empezó a reconocer un cambio entre las participaciones de ciertos estudiantes. Pues aquellos que usualmente no participaban en las clases de matemáticas, comenzaron a hacer uso de la palabra, mientras que aquellos que sí, parecían no estar “enganchados” aún con la problemática, ya que decidieron no dar sus opiniones. Por ende, al finalizar la clase la PI se acercó a dos de sus estudiantes intentando investigar el porqué del cambio.

Miss Krups: *Te noté muy callado en la clase, ¿todo bien?*

Lisa: *Miss no sé, pues es que ese tema, como que nada que ver con matemáticas (baja la mirada). A mi me gustan son como los números y eso (se sonríe), ahí sí me siento cómoda. Pero es que con lo otro, como que no sé, como que es de Sociales (frunce el ceño mostrando cara de aburrimiento).*

Miss Krups: *Y si es de Sociales, ¿no te interesa participar?*

Lisa: *Nah, me da como igual la verdad.*

Entre-vista a Lisa (presencial)- Transcripción de audio 10 de marzo

Miss Krups: *¿Cómo te sentiste en la clase de hoy?*

Lucas: *Bien Miss, ¡fue chévere! (lo dice efusivamente)*

Miss Krups: *¿Qué te pareció chévere?*

Lucas: *Pues no sé, el vídeo, el tema, ver lo que pasa en el mundo.*

Miss Krups: *Hoy si participaste mucho ¿no? ¿Por qué en las clases de math no?*

Lucas: *Hahaha (se ríe) miss es muy diferente, cómo vas a comparar las clases math con lo que hicimos hoy (abre los ojos)*

Miss Krups: *Y ¿cuál es la diferencia?*

Lucas: *Empezando que no se nada de Math, soy pésimo, en todo me saco 1, ¿cómo voy a participar si no sé nada? Hahaha (se ríe nuevamente) En cambio hoy si podía decir algo...*

Entre-vista a Lucas (presencial)- Transcripción de audio 10 de marzo

De acuerdo con las entre-vistas, se evidenció que colocar el foco de discusión en un asunto diferente al matemático, provocó un cambio en las interacciones. Ahora las decisiones de participar o no, se dieron a causa del cambio en las temáticas abordadas en la clase, las cuales

permitieron —a algunos— asociarlas a sus experiencias, conocimientos o intereses. Estos últimos podrían ser capturados, si las temáticas planteadas por el profesor están relacionadas con problemáticas que sean *socialmente relevantes* para los estudiantes. Como lo ha reconocido Callejo (2000), si deseamos aportar a la formación ciudadana, resulta necesario implementar un cambio curricular, en donde el foco de estudio no sean los contenidos disciplinares sino temáticas que trasciendan las matemáticas y que aborden otras disciplinas, que estén relacionados con lo social, histórico y lo cultural.

Por otra parte, los estudiantes tuvieron discusiones entorno a contenidos no matemáticos —aun cuando estos surgieron de manera implícita—, que también permitieron otras interacciones como se evidencia en la siguiente transcripción.

Miss Krups: *Chicos ¿qué es lo que más les ha impactado de la información que están revisando?*

Sech: *Yo, que en mi familia hemos tenido setenta y cuatro celulares.*

Miss Krups: *Wow, ok.*

Nico: *¡uy no!, a mi me parece que los celulares, por que si vemos en este momento a la gente lo que más le interesa es tener el ultimo celular, la última gama... entonces siempre están gastando y gastando y gastando y gastando (gira sus manos como remolino) y botando, botando y botando (sacude sus manos) para siempre tener el mejor, el mejor y el mejor.*



Imagen 5. Momento 2 - Bela interrumpe y señala a Nani

Ann: *Nani nos contaba que su familia cambia mucho de celular por lo mismo, (Nani mira fijamente a Ann, seria) porque quieren tener el último...*

Miss Krups: *O sea, el de moda.* (Asienta con la cabeza)
Nani: O (intenta hablar sin embargo es interrumpida Bela, quien le baja las manos)
Bela: *Miss ¿te cuento algo impactante? Ella* (la señala como se muestra en la imagen 5).
El hermano de ella, un hermano de ocho años (muestra ocho dedos levantados con sus manos) *¿ponle qué celular tiene* (abre los ojos con cara de asombro)
(Nani baja la mirada y permanece callada)
Bela: *¡11 Pro!*
Miss Krups: *¿En serio?* (asombrada y se ríe)
Nico: *¿El 11 Pro Max?*
Ann: *Miss tiene el iPhone 11 y ¡tiene ocho años!* (lo dice casi gritando)
Miss Krups: *Bueno yo puedo decir que tengo el 6S hace tres años*
(se ríe efusivamente).
Bela: *Miss el mío es un 5.*
(los estudiantes de los otros grupos se giran a ver de qué se ríen)

Grupo 3 - Momento 2 (presencial) - Transcripción de audio y vídeo 11 de marzo

Los estudiantes compartieron con la PI lo que más les había asombrado sobre la información que recolectaron con sus familias. Ellos transmitieron sus ideas de manera efusiva y con fluidez, levantaron la voz, hacían caras de acuerdo con lo que expresaban y se rieron con la PI, quien a su vez también se mostró efusiva con ellos. Dichas interacciones no son usuales en las clases de matemáticas, ya que en estas prima el trabajo individual. Con esto dicho, corroboramos que “lo social antecede a lo matemático” (Gorgorió, Prat y Santesteban, 2006, citado en Camelo, 2017).

Por otro lado, en las clases regulares cuando se disponían espacios de discusión, estos giraban en torno a contenidos matemáticos descontextualizados, los cuales no lograban capturar el interés de los estudiantes. Situación contraria a lo que se evidenció en algunos grupos al trabajar en esta temática que encierra problemáticas de consumo y medioambientales las cuales —de manera implícita— van “alimentando la capacidad de los estudiantes de poder no sólo entender los contenidos de las matemáticas escolares sino también y sobre todo actuar con base

en su conocimiento” (Valero, 2006). Con esto nos referimos a los procesos de estimación, comparación y razonamiento que realizaron de manera natural, para determinar cuántos celulares son muchos o por qué no tiene “mucho sentido” que un niño de “ocho años” tenga un celular de ese nivel y de tan alto costo, pues este equivale aproximadamente a 5.57 SMMLV³⁸.

Gracias al AMM, en donde la PI es copartícipe y a su vez realiza una observación participante desde un enfoque etnográfico —como lo discutimos en el [Capítulo 6](#)—, la PI intentó acercarse a sus estudiantes buscando entender sus intereses y ser parte de sus conversaciones. Después de la etapa *Escogiendo la Situación* —momento 2, presencial— dónde la PI pasó por cada grupo e interactuó con ellos, la investigadora —que no es la profesora titular, pero sí profesora en el CNY— entrevistó a algunos estudiantes.

Miss Sasha: *¿Cómo les ha ido con el proyecto de Math?*

Yoda: *Ay Miss, muy chevere. Mira que Miss Krups es toda chévere, ahora se ríe y molesta con nosotros ¿cierto?*

Pepe: *Sí, ahora es como toda relajada... hasta se sienta con nosotros en el piso a hablar.*

Mateo: *Uy si, ya no nos está contando el tiempo para ponernos el sello (todos se ríen).*

Miss Sasha: *A ustedes nunca los había visto trabajar juntos ¿cómo les ha ido con eso?*

Pepe: *Pues Miss aquí Yoda dice y nosotros hacemos, ella es muy pila y muy creativa...*

Yoda: *Pues la verdad ¿Qué te dijera..? Yo nunca había trabajado con ellos tres y al principio me dio como cosa, porque ellos son como “vagos” (se tapa la boca y susurra) tú sabes... pero pues mira que bien, ¡vamos bien!*

(Pepe y Mateo se abrazan y se ríen pícaramente)

Mateo: *Sí Miss, nosotros le ayudamos...*

Entre-vista a Grupo 4 (presencial) - Transcripción de audio 12 de marzo

Dichos estudiantes identificaron nuevos aspectos en las interacciones con la PI y entre ellos. Apreciaron la cercanía que la PI ha tenido con ellos desde que se dio inicio al desarrollo del “proyecto”, esta cercanía la describieron con adjetivos como “chévere” y “relajada”, lo que

³⁸ Salario Mínimo Mensual Legal Vigente en Colombia 2020: \$877.803.

según ellos no solía suceder. El AMM también les brindó la oportunidad de trabajar con otros con los que “nunca” hubieran imaginado trabajar, dándoles la oportunidad de conocer a otros, de reconocer sus habilidades, fortalezas e intereses y de ampliar su círculo social —dentro de su propio salón de clase—.

En síntesis, las interacciones entre los participantes se caracterizaron por:

- ❑ *Compartir opiniones:* los estudiantes empezaron a compartir sus opiniones y comprensiones entre sí, pues tenían algo que decir respecto a la problemática y que no serían juzgados, pues ya no eran los “pilos” o la profesora los únicos poseedores del conocimiento.
- ❑ *Mayores participaciones:* se fue vislumbrando un interés —aparentemente genuino— por parte de la mayoría de estudiantes al querer participar de las discusiones que emergieron alrededor de la problemática presentada.
- ❑ *Escuchar la voz de otros:* en los momentos de discusión se empezaron a escuchar las voces y los puntos de vista de aquellos que no solían involucrarse en las clases usuales de matemáticas.
- ❑ *Generar acercamientos:* el rol de la profesora cambió a copartícipe, lo cual resultó en una relación más cercana entre los estudiantes y ella, aún cuando esta seguía siendo concebida como la figura de autoridad dentro del aula, pero de una forma menos distante.

- ❑ *Conocer al otro*: teniendo en cuenta que los grupos fueron organizados de forma aleatoria, los participantes tuvieron la oportunidad de conocer mejor y compartir con quienes usualmente no socializan o trabajan en las clases.

Es claro que el AMM abrió un abanico de posibilidades en cuanto a las interacciones que pueden emerger. Pues “cuando se permite la expresión... pueden ocurrir cambios en las relaciones entre participantes” (Lerman, 2000). Cada interacción trae consigo implicaciones que yacen del contexto mismo de los participantes y las cuales podrían diferir de acuerdo con la temporalidad y la cultura en la que dichas interacciones se desarrollen. Estas mismas serán examinadas y categorizadas con el fin de establecer cuáles podrían ser —o no— asociadas a características de la democracia.

Capítulo 10:

¿Dónde están la colectividad, la deliberación, la transformación y la coflexión?

Una vez se reconocieron y describieron las nuevas interacciones que emergieron en el AMM, empezamos a buscar evidencias que nos permitieran hacer visible la relación entre la educación matemática y la formación ciudadana. Pensando en la posibilidad de que los seres humanos y las características de sus acciones e interacciones podrían buscar generar y mejorar sus condiciones de vida, por medio de la *colectividad, deliberación, transformación y coflexión* (Valero, 1999), nos dimos a la tarea de examinar y categorizar interacciones entre los participantes que dieran cuenta —o no— de estas *características de la democracia*.

Skovsmose (2015) en su artículo *Investigando lo que no es, pero pudiera ser* propone investigar las posibilidades en el aula. Para comprender un poco mejor de qué se trata esto, es necesario presentar tres tipos de situaciones: *actual, imaginada y dispuesta*. La *situación actual* se refiere a “la situación antes de considerar las implicaciones de cualquier especulación sobre posibles alternativas” (ibid). En nuestro caso esta situación se refiere a las clases de matemáticas usuales, donde no se reconoce ni se aporta a la formación ciudadana. La *situación imaginada* reconoce la multiplicidad de alternativas, esperanzas, imaginaciones y expectativas alrededor de la situación actual, por lo cual esta “puede estar lejos de ser realista” y podría enfocarse en nuestras aspiraciones educacionales (ibid). Nuestra *situación imaginada*, es imaginar un AMM que fomente interacciones entre sus participantes —entorno a una situación *socialmente relevante: e-Waste*— en la cual podamos reconocer, analizar y categorizar cuáles de estas interacciones posibilitan la constitución de características de la democracia en nuestras clases de matemáticas. La *situación dispuesta* “es un tipo de situación intermedia” (ibid), pues es una

situación que no es la actual, pero tampoco llega a ser la imaginada. Lo que para nosotras consiste en poner en marcha el AMM, el cual está sujeto a factores propios de la situación actual —como la cultura de la clase, asuntos institucionales, entre otros—.

Dado que nuestro objetivo es examinar las características de la democracia, que podrían emerger en las interacciones logradas durante el desarrollo del AMM, en las fases de reducción de datos, y de disposición y transformación de datos, tomamos a cada una de las características: *colectividad*, *deliberación*, *transformación* y *coflexión*, como nuestras categorías de análisis. Tomando en cuenta los momentos relatados en el [Capítulo 8](#) y las interacciones descritas en [Capítulo 9](#), planteamos algunos de los episodios que dan cuenta de las interacciones más significativas para el análisis de cada una de nuestras categorías.

La colectividad

Retomamos la noción de *colectividad* como aquella que hace referencia a pensarnos como seres sociales que comparten “la conciencia de la necesidad de cooperar para tomar decisiones y generar condiciones de vida apropiadas para todos” (Valero y Skovsmose, 2012). En vista de que el ambiente de AMM y el caso seleccionado tenían la intención de generar una mayor libertad para que los participantes se relacionaran entre sí, nos propusimos examinar *interacciones* presentando algunas transcripciones en las cuales se evidenciaron —o no— características asociadas a la *colectividad*.

Para el planteamiento de la posible pregunta de investigación, los estudiantes del *Grupo 3* luego de filtrar la información consultada, redujeron sus intereses a cinco situaciones y no llegaron a un consenso:

Ann: *¿Qué escogemos? el hambre, la contaminación, la explotación infantil, las guerras, el agua ¿qué hacemos?*
Bela: *A mi me parece que deberíamos escoger el hambre.*
Nico: *¡No! es mejor la explotación infantil.*
Ann: *¿Quién vota por el hambre? (solo Bela levanta la mano)*
Ann: *¿Quién vota por la explotación infantil? (Nico, Nani y Sech levantan la mano)*
Ann: *¡La democracia ya ganó!*

Grupo 3 - Momento 2 (presencial) - Transcripción de vídeo y audio 12 de marzo

Los estudiantes tuvieron el derecho a participar en la elección del tema —por medio de la votación— y la decisión se basó en la mayoría de votos. Un día después se llevó a cabo una entre-*vista* con Ann, quien “perdió” ante la votación sobre el tema.

Miss Krups: *¿De qué forma eligieron el tema en tu grupo?*
Ann: *Pues como habíamos visto muchos temas, lo hicimos por votación.*
Miss Krups: *Y ¿cuál quedó?*
Ann: *Lo de la explotación infantil*
Miss Krups: *¿Habías votado por ese?*
Ann: *No, yo había dicho que el hambre.*
Miss Krups: *Ese también es un tema muy interesante. Y ¿quedaste conforme con la decisión?*
Ann: *Pues si, ¿no?, la mayoría quería eso y ahí no se puede pelear.*
Miss Krups: *¿En algún momento pensaron o hablaron de trabajar en más de un tema?*
Ann: *Mmmm, que yo me acuerde no. No, solo dijimos los temas y votamos. ¡Y ya!*

Entre-*vista* a Ann (presencial) - Transcripción de audio 13 de marzo

Para categorizar estas interacciones como *colectividad*, los estudiantes deberían no solo compartir “la conciencia de la necesidad de cooperar para tomar decisiones” sino además, asegurar que estas decisiones generen “condiciones de vida apropiadas para todos” (Valero y Skovsmose, 2012). Los estudiantes podrían haber pensado en la posibilidad de abarcar más de un

tema o discutir sus argumentos antes de someterlo a votación, como sucedió en el siguiente grupo:

Sandy: *Niños yo tengo esta información (lee a sus compañeros) Los daños y causas por la contaminación de e-Waste... Ustedes deciden si les parece o buscamos otra problemática.*

Connor: *Pues mmm, no me convence mucho, ¿qué tal otros grupos estén haciendo lo mismo?*

Vanessa: *No importa, porque hay mucha información de eso. Pero me parece que podríamos enfocarnos solo en uno, o las causas o los efectos, porque eso es mucho.*

Agatha: *Con lo que hemos encontrado, es mejor efectos.*

Igor: *Sí, ya todos hemos visto por lo menos un ejemplo, la contaminación de los mares y esas cosas.*

Connor: *¡Eso! también como afecta a los seres humanos.*

Sandy: *Entonces todos de acuerdo con los efectos del e-Waste (todos asientan).*

Grupo 6 - Momento 2 (presencial) - Transcripción de vídeo y audio 12 de marzo

La discusión entre los estudiantes, sus gestos e intervenciones dieron cuenta del respeto por opiniones diversas. Pues tomaron turnos para hablar y se dieron la oportunidad de exponer sus argumentos, con el fin de tomar una decisión como grupo que cumpla con la aceptación de todos. Lo que resumimos como “emprender acciones sociales” con un “sentido de igualdad” entre ellos (Valero y Skovsmose, 2012).

El grupo 6 mantiene este mismo tipo de interacciones durante la etapa *comprendiendo la situación por medio de los datos* —momento 3, remoto —, la cual se lleva a cabo desde la modalidad remota sin la presencia permanente de la PI³⁹.

³⁹ Como se mencionó en la sección [Quedamos en “Stand by”: sucedió lo inimaginable](#) se dio inicio a la modalidad remota, por lo cual para el trabajo en grupo se crearon meets diferentes, por los cuales la PI rotó.

Connor: Miren lo que encontré sobre la producción de e-Waste a nivel mundial (Connor lee la información⁴⁰ encontrada)

En 2018 se produjeron aproximadamente 49,8 millones de toneladas de residuos electrónicos en el mundo. Se espera que la cantidad de basura electrónica producida en el mundo aumente un 8% cada año...

Sandy: Son muchos datos, muchos números.

Connor: Sí y hay más ha ha ha, miren esto (nuevamente lee)

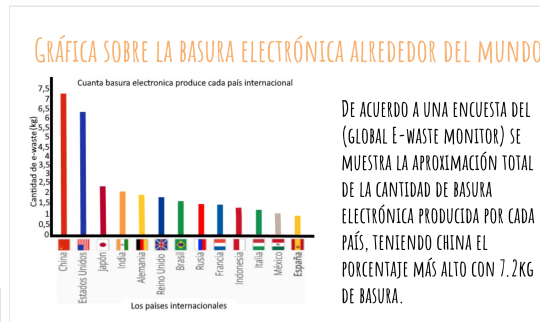
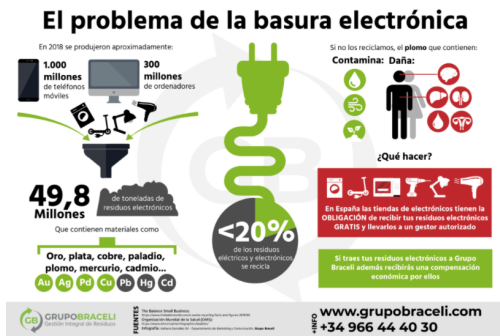
Podemos observar que cada año se producen 1,000 millones de teléfonos móviles y 300 millones de ordenadores... Reciclar o reutilizar la «basura electrónica», en vez de tirarla, puede generar anualmente 296 trabajos por cada 10.000 toneladas de residuos procesados.

Agatha: ¡Eso! Copia esa información en la presentación y ya.

Sandy: Esperen, yo creo que lo mejor sería organizar esa información en unas gráficas, pues para que sea más fácil de leer ¿no?

Connor: Creo que me gusta más la idea de Sandy, es como mejor porque es más visual, y se vería como más organizado.

Agatha: Bueno sí, tienen razón... Busquemos gráficas en esa página o en Google. Nos mandas el link por favor Connor.



El problema de la basura electrónica

Basura electrónica producida: 48.5 millones de toneladas en 2018 (aprox)

La basura electrónica cuesta al menos US\$62.500 millones al año

Solo el 20% de los residuos electrónicos se eliminan adecuadamente

En 2016, se ignoró el destino de 34,1 millones de toneladas de residuos electrónicos

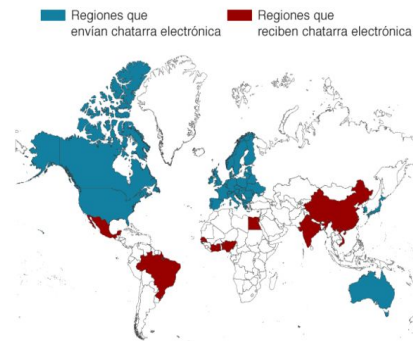


Imagen 6: Imágenes utilizadas en las diapositivas del grupo 6

Grupo 6 - Momento 3 (remoto) - Transcripción de vídeo y audio del 8 de mayo

⁴⁰ La información leída por el estudiante fue tomada de: [En cifras: El problema ambiental de la basura electrónica](#)

Nuevamente los participantes exponen sus ideas y toman decisiones de manera conjunta, en esta ocasión sobre la información matemática que han consultado y que deseaban compartir con sus compañeros. Dentro de la información encontrada mencionaron toneladas, porcentajes, incrementos y razones. Sin embargo, parece ser que estos asuntos —no dimensionables— no los invitaron a cuestionarse a profundidad sobre lo que cada cantidad, magnitud o relación representa, como lo confirma la entre-vista realizada a Connor luego de revisar la grabación.

Miss Krups: *Veo que encontraron información muy interesante en tu grupo la clase pasada.*

Connor: *Sí miss, encontramos una página que nos botó muchos datos, porcentajes y eso.*

Miss Krups: *Si vi algunas de las páginas que revisaron. De toda esta información ¿cuál fue el que más te llamó la atención?*

Connor: *Mmmm, había uno que decía como 48 millones de algo...*

Miss Krups: *De toneladas*

Connor: *Eso, de 48 millones de toneladas decía*

Miss Krups: *¿Sabes lo que es una tonelada? O ¿Has visto una tonelada alguna vez?*

Connor: *¡Uy! Mmmm... algo muy pesado, no ni idea... mmm... creo que hay carros que pesan toneladas, ¿no? Pero no sé cuántas.*

Miss Krups: *¿Qué te imaginas cuando escuchas 48 **millones** de toneladas? (hace énfasis en el millones).*

Connor: *Jummmm, no, no sé, no me imagino una tonelada, mucho menos 48 millones ha ha ha... Debe ser muchísimo, no sé Miss, no tengo ni idea.*

Entre-vista a Connor (presencial) - Transcripción del 12 de marzo

Como se logró evidenciar, Connor reconoce que “48 millones de toneladas” es un número muy grande, no obstante, dimensionar o establecer una relación ya sea de volumen o de masa con esta cantidad resulta algo *inimaginable* para él. Estas discusiones sobre conceptos matemáticos que se dieron únicamente entre los estudiantes, serían las ideales para abordar durante las clases, pues fueron conceptos que emergieron de acuerdo con la información encontrada por ellos mismos. Con esta situación en particular, se podría pensar en la oportunidad

de desarrollar “conceptos relativos al pensamiento métrico [que] se relacionen de manera directa con el numérico y sirvan de puente para el estudio de las disciplinas científicas naturales y sociales” (MEN, 2006). Del mismo modo, se podría haber trabajado con los:

conceptos relacionados con el pensamiento variacional ... en tanto que se deben identificar variables, determinar su comportamiento a lo largo de su posible conjunto de valores, discriminar entre las variables independientes y las dependientes, y determinar, dentro de las posibilidades del fenómeno, la distribución de las variables independientes para predecir el posible comportamiento de las variables dependientes para distintos rangos de valores de las dependientes. (MEN, 2006, p. 70)

Si bien ese hubiese sido el ideal, las tensiones ocasionadas por el tiempo y el cumplimiento con el desarrollo del currículo planteado —mencionados en nuestra sección [Dónde manda capitán...](#)— no nos permitieron profundizar en estos conceptos que posibilitarían a los participantes alcanzar mejores comprensiones sobre la problemática del *e-Waste*. Desde este escenario, la matemática sería vista como un *instrumento de conocimiento*⁴¹, pues sería la herramienta que además de integrar las matemáticas con otras ciencias, estaría al servicio de nuestra problemática (Callejo, 2000).

Por otro lado, Igor —miembro de este mismo grupo— era el estudiante que había presentado dificultades en los trabajos grupales. Sin embargo, durante la presencialidad logró vincularse participando, intercambiando ideas, inclusive bromeando con sus compañeros,

⁴¹ Las matemáticas como instrumento de conocimiento son consideradas “como una poderosa herramienta para analizar, comprender e interpretar la realidad, para predecir hechos o para comunicarse” (Callejo, 2000)

situaciones que no se presentaban en las clases de matemáticas usuales y que sorprendieron a la PI.

Hoy noté algo que me causó alegría, vi a Igor discutiendo y participando con sus compañeros. Sé que él ha tenido muchas dificultades para relacionarse y que hasta se le ha cambiado de curso para encontrar compañeros con quienes pudiera relacionarse mejor. Veo que Igor sonríe mucho, habla con todos y a pesar de que no mantiene un contacto visual constante, presta atención y responde a lo que ellos preguntan. Es muy extraño verlo bromeando con los demás.

Momento 2 (presencial) - Notas de campo - Transcripción del 12 de marzo

Durante la etapa de *Comprendiendo la situación por medio de los datos* —momento 3—, los grupos decidieron la forma en la que presentaría la situación problema estudiada y las comprensiones alcanzadas.

Niky: *Yo creo que podríamos hacer un poster en línea o algo así, igual Vero ya tiene el bosquejo, ¿no?*
Vero: *Sí, recuerden que ya habíamos hecho como un borrador de lo que queríamos, no sé si quieren pasarlo ya a digital, pero ya tenemos todo.*
Belén: *Eso, ustedes lo pasan a digital y nos dicen qué tenemos que exponer*
Niky: *¿El borrador ya tiene el espacio de las imágenes?*
Vero: *Sí se supone que Kevin ya las tiene listas.*
Kevin: *(se ríe)*
Niky: *No, pues yo puedo hacer un póster virtual con puras imágenes.*
Belén: *No, pues hazlo tú y nos mandas la información y nos dices lo que nos toca aprendernos y ya (levanta su dedo pulgar en señal de “todo bien”).*
Niky: *Kevin envíame las imágenes, por favor.*
Kevin: *No las tengo.*
Vero: *¿Cómo así que nos las tienes? Era tu responsabilidad*
Niky: *¡Ay ya!, busquémoslas nosotras porque ellos no van a hacer nada*

Grupo 1 - Momento 3 (remoto) - Transcripción de vídeo y audio 8 de mayo

En estas interacciones se evidencia que el AMM no ha logrado vincular a todos los participantes de este grupo, pues no todos se interesaron por “desempeñar un papel en una acción

conjunta” (Valero y Skovsmose, 2012). Tampoco se evidenció un *sentido de igualdad* entre los participantes, puesto que Kevin y Leo se encontraban jugando video juegos en línea y sus conversaciones se limitaban a este (Grupo 1 - Momento 3 (presencial), vídeo 8 de mayo). Razón por la cual, no aportaron en la decisión de cómo presentarían sus alcances, demostrando desconocimiento sobre el deber de *participar activamente* y así atender bajo un proceso de *colectividad* las necesidades y responsabilidades del grupo.

Tal vez, para lograr una mayor participación por parte de los estudiantes, hubiese sido necesario examinar otra situación —diferente al *e-Waste*— que sí los hubiese “enganchado” a todos —y no solo a unos cuantos—. Aún cuando la problemática del *e-Waste* sí hubiese sido del interés de todos, podrían haber otros factores que conlleven a esta falta de *participación activa*. Podríamos pensar, por ejemplo, en el grado de afinidad entre los estudiantes o en el nivel de interés en cuanto al tema seleccionado en el grupo. Los participantes deberían reconocer —en diferentes momentos del AMM— esta falta de interés o participación por parte de algunos —o de ellos mismos—, con el fin de buscar soluciones o maneras de “engancha” a los mismos en el asunto. Todos los miembros del equipo deberían trabajar por un propósito común, en condiciones equitativas⁴². Quizás todo lo anteriormente mencionado, permitiría evidenciar y potenciar una verdadera *colectividad* en las clases de matemáticas.

En el siguiente fragmento, los estudiantes estaban —desde la modalidad remota— discutiendo sobre sus roles para la presentación.

⁴² En el marco general de las prácticas educativas y de las matemáticas en particular “ la noción de equidad ... lleva implícita una valoración ética en su definición, al exigir una toma de posición sobre cuál es la igualdad estructurante que se define como horizonte... implica la búsqueda de la igualdad, esta igualdad fundamental que define los criterios de equidad no debe ser pensada como una situación dada...” (López, 2005). A su vez, “la igualdad requiere reconocimiento y equilibrio de las diferencias; implica la búsqueda de unidad en la diversidad” (Camelo, Mancera y Salazar, 2017)

Sandy: *¿Quién va a hablar sobre el e-Waste?*
Agatha: *Yo quiero, ¿puedo?*
Connor: *Si, dale. ¿y Vanessa qué? , tiene problemas de internet y no está conectada todo el tiempo. Dile que pues opine, que escriba por el chat si tiene algo que aportar, no sé.*
Agatha: *yo diría que como Igor no puede hablar ni nada, yo diría que nos mande como información o algo así, para que aporte. (Igor no tiene cámara ni micrófono).*
Sandy: *Igor ¿me escuchas? , escribe si sí o no.*
Igor: *(Escribe “sí”)*
Sandy: *Envíanos la información.*
Agatha: *Eso envíanoslo por chat o por WhatsApp.*
Igor: *Listo ya lo mando.*

Grupo 6 - Momento 3 (remoto) - Transcripción de vídeo y audio 8 de mayo

Dentro de la colectividad también se contempla que “la comunidad debería lidiar con asuntos de inclusión —o exclusión— para asegurar una participación activa de sus miembros en el logro de las metas...” (Valero y Skovsmose, 2012). Una vez dimos inicio a las sesiones remotas, Igor nuevamente presentó dificultades para trabajar en grupo. No obstante, sus compañeros intentaron involucrarlo en sus discusiones y dada su falta de participación, le asignan responsabilidades teniendo en cuenta sus condiciones, como se evidencia en el fragmento anterior. Además, se preocuparon por no excluir a sus compañeros al buscar otras alternativas de comunicación: “...creo que el trabajo en grupo, es eso, trabajar en grupo. Y si alguno tiene un problema, pues entre todos vemos qué hacer, pues para ayudarlo. Y pues con Igor lo solucionamos con lo que nos mandó por WhatsApp. Ahí puso su granito de arena. Y con Vanessa hablamos por WhatsApp más tarde cuando le funcionó el internet y ahí cuadramos” (Entre-vista a Agatha (remota) - transcripción de audio 11 de mayo).

De manera general, gracias al AMM se observó que este permitió mayores interacciones entre los participantes. En algunas de las interacciones se resaltaron asuntos democráticos, tales

como: la discusión, el trabajo colectivo, la toma de decisiones, la participación activa, entre otros, los cuales no habíamos considerado —ni priorizado— en nuestras clases de matemáticas antes del desarrollo de trabajo de grado. Es claro, que este AMM generó espacios nuevos que propiciaron la toma de decisiones, tales como: la elección del tema, la construcción de la pregunta de investigación, el filtrar información a utilizar, el cómo presentar sus hallazgos y la asignación de roles durante la construcción del proyecto. Sin embargo, no basta con abrir estos espacios si no hemos discutido con ellos el porqué es indispensable que todos se involucren en la toma de decisiones. Por lo cual, algunas de estas interacciones no fueron reflejo de aquello que implica *colectividad*, pues los grupos no siempre se enfrentaron a dichos asuntos buscando generar mejores condiciones para todos, un sentido de equidad o una participación activa en las decisiones que tomaron.

La deliberación

Como se evidenció en la categoría anterior, las discusiones entre los miembros de cada grupo han sido fundamentales para el desarrollo —o posible desarrollo— de la *colectividad*. Este proceso comunicativo se denomina *deliberación* y como lo mencionamos anteriormente en palabras de Valero y Skovsmose (2012), este debería ser el proceso:

mediante el cual la gente considera, atenta y cuidadosamente, tres cosas: las razones o falta de razones para las opiniones preliminares de la gente y los juicios previos a la afirmación final verdadera, los pros y los contras de las decisiones posibles antes de realizarlas efectivamente y los beneficios y pérdidas de posibles cursos de acción antes de comprometerse en ellos.

Al seleccionar el *Caso 2* para nuestro AMM, se generaron espacios de interacción y discusión entre los participantes, diferentes a los que se disponían en nuestras clases usuales de matemáticas. Para analizar las interacciones que estuvieron asociadas con la *deliberación*, tomaremos como base los episodios más relevantes durante el desarrollo del AMM.

Para la etapa de *Sensibilización* —momento 1 (presencial)—, la PI identificó que el uso y el cambio de celulares era un aspecto relevante para los estudiantes, por lo cual les preguntó:

Miss Krups: *¿Cuántos celulares ha tenido usted en toda su vida? (Todos los estudiantes van mencionando el número de celulares uno a uno...)*

Yoda: *Tres*

Belén: *Siete*

Sandy: *Uno*

Yessy: *Cuatro*

Tommy: *Dos*

Sech: *Trece*

Sus compañeros se giran rápidamente a verlo (ver Imagen #6) y con asombro le gritan Todos al tiempo: ¡¿Trece?!

Kevin: *¡Ush! Eso es mucho.*

Leo: *Pinche consumidor masivo.*

Ann: *Tiene celulares desde que nació (se ríe)*

Sech: *Desde transición*

Agatha: *¿Quién necesita un celular en transición?*

Momento 1 (presencial) - Transcripción de vídeo y audio 10 marzo

Sech quien expresó haber tenido *trece* celulares a lo largo de su vida, recibió réplicas por parte de sus compañeros como se mostró en la transcripción anterior. Estas reacciones y afirmaciones espontáneas, permiten evidenciar los “juicios previos” lanzados sin considerar las



Imagen 7. Momento 1 - Estudiantes dirigen su mirada hacia Sech

razones para esta cantidad. Al finalizar la sesión de clase, la PI se quedó hablando con algunos estudiantes sobre el número de celulares que han tenido, entre ellos Sech.

Xavi: *Miss, cierto que Sech se da garra, disque 13.*

Miss Krups: *Ven, Sech, cuéntanos por qué has tenido tantos.*

Sech: *Miss lo que pasa es que mis papás me dieron celular desde que yo estaba en transición.*

Ann: *Y un niño que está en transición ¿para qué necesita un celular? Es como loco ¿no?*

Sech: *Pues no sé para llamarme, que tal si me pasa algo.*

Bela: *¡Nooooo! pues si te pasa algo las misses llaman a tus papás y ya.*

Miss Krups: *Bueno, has tenido celulares desde transición, pero ¿por qué razones has cambiado esos celulares? Porque es más de un celular por año, ¿no?*

Sech: *No pues mis papas cambiaban de celular y me daban el de ellos, o sea, a mi me daban el viejito. Y pues también si se me dañaba tocaba cambiarlo, que el display, que la pila. Ellos no son de mandar a arreglar celulares, porque una vez lo hicieron y eso quedó todo feo y se perdió fue la plata. Por eso prefieren mejor comprarme uno nuevo y ya. Mejor para mí.*

Miss Krups: *Ok, entiendo. Y ¿por qué no les comentaste eso a tus compañeros?*

Sech: *No miss, no viste que casi me comen vivo. Yo iba a decr porque, pero no me dejaron hablar más después de que dije trece. Me dio fue como miedo. Mejor me quedé callado.*

Momento 1 (presencial) - Transcripción de audio 10 de marzo

Sech tuvo la intención de compartir con sus compañeros las razones sobre la cantidad mencionada. Sin embargo, se sintió intimidado por las reacciones y comentarios de sus compañeros, por lo cual prefirió quedarse en silencio. Con el fin de promover la *deliberación*, el profesor podría intervenir en situaciones como estas, buscando generar un espacio, no solo para que el estudiante pueda compartir sus razones, sino que además sirva de excusa para discutir las implicaciones socioambientales que tiene el *e-Waste* sobre el planeta.

Del mismo modo, podría haber tomado esta situación como una oportunidad para explorar los conceptos matemáticos de cantidad y magnitud que emergieron durante sus

intervenciones. Se podría pensar en qué clase de argumentos —matemáticamente hablando— llevarían a concluir porqué “trece” celulares es una cantidad “exagerada” y no “seis” o “cinco”.

Miss Sasha: *¿Por qué trece sí era impactante?*

Ann: *Porque se supone que, o sea yo tengo 13 años en este momento, entonces eso quiere decir que él debe tener por ahí 14, él es más grande que yo y ha tenido desde la cuna un celular. Pues claro obviamente si tiene 14 años ha tenido un celular diferente cada año. O quien sabe si, no se, se le perdieron dos en un año o se lo robaron o quien sabe. Entonces es muy impactante porque tenemos 13 años y él ya ha tenido 13 celulares.*

Miss Sasha: *Pero por qué crees que no hubo reacciones con el de 10 y sí con el 13*

Ann: *Con el de 10 (intentando recordar) pues yo creo que sí hubo una reacción pero no tan...*

Miss Sasha: *Efusiva.. Ven y ¿por qué 13 celulares es impactante y no 13 pares de zapatos?*

Ann: *Bueno, yo creo que primero los zapatos se desgastan más rápido y son más baratos. A parte los zapatos es algo que puedes usar como más tiempo que un celular, un celular te lo pueden robar, se te puede ir por el inodoro, se te puede partir... Además tú puedes vivir sin un celular en cambio los zapatos sí o sí los necesitas, el celular es solo un gusto, no te pasa nada si no lo tienes.*

Entre-vista a Ann (presencial) - Transcripción de audio 12 de marzo

Con esto dicho, se podría pensar en plantear una discusión con los estudiantes alrededor del significado que tiene el número trece en diferentes contextos. También se podría haber propiciado una actividad que les permitiera dimensionar el volumen que ocuparía la cantidad de celulares que han tenido todos los participantes, con el fin de visibilizar la cantidad de *e-Waste* que generan como grupo. Por ejemplo, llevar a la clase sus celulares, apilarlos y con ayuda de cintas métricas tomar las medidas para hallar el volumen y visualizar el espacio que estos ocupan; también utilizar las básculas del laboratorio para calcular el peso individual y total de los celulares; con estos datos obtener los promedios de ambas medidas y utilizarlas para calcular tanto el volumen, como la masa de los celulares por familia y estimar la del grupo entero. Todo

esto con el fin de establecer una mejor comprensión sobre los datos que calcularon y los datos que podrían encontrar más adelante, para poder establecer comparaciones menos abstractas para ellos.

Al inicio de la etapa *Escogiendo la situación* —momento 2 (presencial)—, los estudiantes compartieron por grupos la cantidad de celulares, impresoras y computadores que han tenido en sus casas.

Kevin: *He tenido más de 35 impresoras en la casa. (comenta animadamente)*
Miss Krups: *¡Wow! 35... y ¿por qué tantas?*
Kevin: *Porque mis papás trabajan con ellas. Pues, porque las cambian por que no son de tinta a color o por que no sirven.*
Leo: *En mi familia tenemos como 14 computadores (en voz baja)*
Miss Krups: *Son bastantes ¿no?*
Leo: *Lo que pasa es que mi abuela tiene un colegio y allá es donde tienen todos esos computadores*
Miss Krups: *Ahhh...con razón*

Grupo 3 - Momento 2 (presencial) - Transcripción de vídeo y audio 11 marzo

El grupo comentó a la PI las cantidades más “alarmantes” de dispositivos eléctricos y electrónicos entre ellos. Por medio de preguntas, ella los animó a exponer las razones que justificaron la adquisición de estos, abriendo un espacio para que todos los escucharan. Todo esto, con el fin de que los participantes consideraran “atenta y cuidadosamente... las razones o falta de razones para las opiniones preliminares”(Valero y Skovsmose, 2012), lo cual es un acercamiento al proceso de *deliberación*. Podríamos extrapolar la actividad sobre la estimación del volumen y la masa —propuesta en el párrafo anterior a esta transcripción— con los computadores e impresoras, pero tomando las medidas en casa.

Desde las sesiones remotas que se plantearon para las etapas finales, los estudiantes discutieron acerca de cómo presentar la información recolectada, su pregunta de investigación y sus nuevos entendimientos.

Lisa: *Bueno, oye Emma, recuerdas que nosotras hicimos algo de... ¿recuerdas esos videos “random” que son como que uno pasa las cosas y que otro lo recibe y así?*

Xavi: *No vamos a hacer eso (frunce el ceño mostrando su desacuerdo)*

Lisa: *¡Ay! sería chevere (sonríe animada)*

Xavi: *Los de Tick Tock (responde de forma cortante y serio)*

Lisa: *Pues con el tema ¿no?*

Xavi: *No (responde serio, no sonríe)*

Lisa: *Entonces ¿qué hacemos o solo hacemos una presentación de Powerpoint y ya?*

Xavi: *Sí, una presentación y ya. Ahí exponemos.*

Emma: *Xavi, pues creo lo del video es buena idea, mira que nosotros hemos tenido muchos problemas de internet.*

Lisa: *Sí, además sería algo diferente y no una simple presentación. Piensa que podemos hacer el video pasándonos los aparatos que normalmente usamos y todos podíamos participar sin problema, ¿no?*

Xavi: *Bueno, ¿y si hacemos las dos cosas, porque en el video no vamos a explicar absolutamente todos los usos o sí?*

Emma: *Uy no, es mucho. Sí, mejor hagamos ambas cosas pero en una aplicación bonita...*

Grupo 2 - Momento 3 (remoto) - Transcripción de vídeo y audio 8 Mayo

Inicialmente los estudiantes compartieron sus ideas y realizaron juicios sin haber discutido razones o escuchar los posibles beneficios. Luego una estudiante expone a su compañero las ventajas y de manera conjunta llegan a acuerdos. Se evidencia la necesidad de “establecer un diálogo deliberativo dinámico”, en el que se consideren los posibles “los beneficios y pérdidas” de sus decisiones (Valero y Skovsmose, 2012), lo cual se logra evidenciar al final de la transcripción.

En la última sesión los participantes reflexionaron sobre sus experiencias y debatieron sobre posibles acciones que como grupo se pudieran compartir con toda la comunidad CNY.

Emma: Podríamos poner un punto de e-Waste aquí en el colegio. Pero tenemos que pensar en qué lo vamos a poner y en dónde para que no sea motivo de juego y estar sacando las cosas que ya hayan adentro.

Susana: Tocaría algo como lo de las pilas.

Kevin: Y si hacemos como con las tapas, ¿no te acuerdas? Que cada salón tenía su caja ¿no?

Bela: El problema de eso es que muchas veces en vez de tirar lo que se debe tirar, se termina echando basura.

Kevin: Pues se ponen monitores y ya

Niky: Pues hacemos una caja que no quepa basura

Kevin: Y si le damos los cositos a los profesores y que ellos tengan las cajas.

Miss Krups: Chicos, miren la idea que nos comparte Rebecca en el chat “contactar a una de las organizaciones”.

Lucas: Podríamos contactarlos y ver si de pronto ellos nos ofrecen el recipiente donde se echa eso y seguramente eso va a tener un candado

Sech: Sí, me parece.

Ann: Pues podemos mirar que opciones hay por que tal vez no se pueda hacer en el colegio, por varias razones, pero me parece una buena idea.

Miss Krups: ¿Qué crees que nos impediría hacerlo?

Momento 5 (remoto) - Transcripción de vídeo y audio 19 Mayo

Pensando en una propuesta como grupo, los participantes compartieron sus ideas y se complementaron entre sí con los conocimientos que lograron durante el desarrollo de este proyecto. Se observó un “diálogo social” que comprometió a los participantes en la formulación de posibles soluciones locales a la problemática estudiada. La discusión continuó entre los participantes, quienes consideraron los pros y contras de las ideas propuestas, antes de comprometerse con una posible acción (Valero y Skovsmose, 2012), interacciones que

permitieron examinar el desarrollo del proceso de *deliberación*, —en la clase de matemáticas—, con los estudiantes que lograron involucrarse en el AMM.

Con los análisis anteriormente expuestos, los datos producidos durante el desarrollo del AMM nos permitieron identificar las interacciones más relevantes entre los participantes —dentro de las clases de matemáticas—, en las cuales emergieron —o no— algunas características asociadas al proceso de *deliberación*. Durante estas interacciones se resaltó la necesidad de aprender a escuchar al otro y generar espacios en los cuales se puedan compartir razones o justificaciones frente a sus opiniones. Del mismo modo, se reconoció la importancia de discutir los pros y contras antes de tomar decisiones, como en los momentos en los que eligieron el tema en el cual profundizarían, de qué manera presentarían sus hallazgos y comprensiones o la estrategia que implementarían para involucrar a los demás miembros del CNY en la problemática del *e-Waste*. Ciertamente, la deliberación debería reconocerse como un “diálogo social que fortalece a la gente para comprometerse en la formulación de problemas, en la toma de decisiones y en los procesos de resolución de problemas” (Valero y Skovsmose, 2012), problemas que podrían ser estudiados, interpretados y reinterpretados con las matemáticas como herramienta.

La transformación

Una vez las personas reconocen al otro y a sí mismos como miembros del mismo grupo, quienes además concuerdan buscar mejores condiciones de vida mediante la toma de decisiones, escuchando atentamente las razones —sin emitir juicios previos—, examinando los pros y contras y finalmente considerando los beneficios y pérdidas antes de comprometerse con estas decisiones (Valero y Skovsmose, 2012), se abre la posibilidad de un cambio que beneficie al

grupo, es decir a la *transformación*. Como lo mencionamos anteriormente esta se refiere a “la capacidad de acciones colectivas democráticas para modificar y mejorar las condiciones de vida de quienes están involucrados y de la sociedad en general” (ibid).

Luego de ver el vídeo de *sensibilización*, algunos participantes presentaron sus posturas, como podemos leer en la siguiente transcripción:

Ann: *A pesar de que tú nos muestres ese vídeo, dentro de 5 horas va a ser como (expresión de despreocupación) lo vimos hoy en clase y ya.*

Lucas: *Nosotros sabemos que nosotros somos los que estamos aportando a eso cada día, tirando basura, tirando las botellas a la calle, eso es lo que más pasa, pero igual nada va a cambiar.*

Bela: *Pues al final del día no nos vamos a acordar; no nos va a importar, o sea al final vamos a hacer como si nada estuviera pasando.*

Momento 1 (presencial) - Transcripción de vídeo y audio 10 marzo

Durante el desarrollo del AMM vimos cómo los participantes fueron cambiando sus posturas comparadas con las presentadas en el anterior fragmento.

Ann: *En mi casa... nosotros no cambiamos el celular muy seguido, siempre nos los heredamos... Mi mamá dura como 7 años con los celulares, mejor dicho hasta que ya no prende lo cambiamos. Ese es el punto, yo siento que mi familia no es de esas familias que quiere tener lo último...*

Agatha: *Antes del trabajo del grupo 3, yo no tenía ni idea que detrás de esto había explotación infantil... Pues digamos yo en mi familia, al ver cuánto hemos consumido, es una cantidad bastante alta. Pues siento que ayudamos un poco porque nosotros no es que compramos un celular y lo tiremos, sino que nos lo pasamos entre todos... Yo nunca llegué a pensar que eso fuera a ser basura y que contaminara.*

Bela: *En Tigo dicen que si uno llama a la línea y si en tu casa tienes celulares, accesorios como cables, audifonos, baterías, que están en mal estado, ya no funcionan o no los usas, “te invitamos a traerlos a nuestras tiendas y depositarlos en nuestros contenedores ecológicos y nosotros nos encargamos de desecharlos correctamente”.*

Agatha: Yo también estaba mirando en Movistar y dice que toda clase de teléfonos, baterías de celulares, partes, computadores, manos libres, y dice que los llevan como a un lugar especial de procesamiento en USA, para poderlos reciclar bien.

Nico: Claro tiene por todo el país regadas urnas gigantes y que ahí meten el reciclaje y que al final, cuando ya están llenas se lo entregan a un gestor ambiental certificado.

Momento 5 (remoto) - Transcripción de vídeo y audio 19 Mayo

Los cambios entre sus primeras opiniones y estas últimas, fueron indicios que nos hicieron pensar en la posibilidad de un proceso de *transformación* en el grupo. Pues, inicialmente los estudiantes afirmaron que no le darían trascendencia a este problema, por lo cual lo olvidarían en un par de horas y del mismo modo creían no poder contribuir con la disminución del *e-Waste*. Hasta ese punto, no se había logrado, con el AMM, que los estudiantes reconocieran la gravedad de la problemática, las responsabilidades que tienen en ella, como tampoco el alcance que podrían tener las acciones individuales o el impacto que se generaría si decidieran actuar de forma colectiva.

Ya para la etapa final del AMM, los estudiantes asumieron una actitud distinta, pues ya habían logrado comprensiones que les permitieron identificarse como parte del problema. Reconocieron las prácticas —que desde sus hogares aportaban al incremento del *e-Waste* y ahora dándose a la tarea de pensar en alternativas que los llevará a reducir dichos aportes. También, encontraron soluciones a su alcance, que les permitiría contribuir con el correcto desecho del *e-Waste*.



Imagen 8. Puntos de recolección de *e-Waste* en Colombia ⁴⁴

Desde la modalidad remota, los participantes pensaron y discutieron acerca de cuáles acciones

podrían tomar una vez volvieran a la “normalidad⁴³”. No obstante, algunos estudiantes comprendieron que sin saberlo, sus familias tenían hábitos como reutilizar o comprar celulares solo cuando estos han dejado de funcionar totalmente, lo cual ayuda a reducir la cantidad de *e-Waste*. A su vez, otros estudiantes, recordaron que grandes empresas de telefonía celular⁴⁴, disponen para sus usuarios puntos de recolección, en los cuales se dejan los celulares y otros dispositivos para ser desechados de forma correcta o reciclados.

Con estas nuevas intervenciones, los estudiantes empezaron a reconocer la necesidad del cambio, lo cual se evidenció en la siguiente entre-vista a Bela: “Miss. yo no me imaginé que pudiéramos hacer algo con ese problema tan grande. ¡Que chevere hacer algo para todo el colegio!” (Entre-vista a Bela (remota)- transcripción de audio 21 de mayo). Gracias al análisis de la información recolectada y las comprensiones logradas, los participantes han entendido que dichas transformaciones deberían “beneficiar a todos los miembros de la comunidad” (Valero y Skovsmose, 2012). Aún cuando los participantes no tomaron acciones inmediatas —debido a las medidas tomadas en el marco de la pandemia— que les permitiera mejorar sus condiciones de vida como grupo, plantearon estrategias para afrontar los problemas emergentes a causa del *e-Waste*, lo cual podría evidenciar aspectos alusivos al proceso de *transformación*.

Los participantes discutieron ideas para involucrar a los miembros de la comunidad CNY —estudiantes de todos los grados, profesores, directivos y padres de familia— a la disminución del *e-Waste*.

Vero: *También podemos en lugar de comprar, podriamos alquilar [Refiriéndose a aparatos como taladros, cortadoras, pulidoras, etc.], cuando necesitamos utilizarlo por*

⁴³ La vida sin pandemia.

⁴⁴ *Imagen 7*: Recuperada de [Asomovil: puntos de reciclaje](#)

un periodo de tiempo determinado, podemos alquilarlos, así nos evitamos el que lo voy a usar una sola vez y lo dejamos ¡ahí, tirado!

Emma: *Incentivar más a que los estudiantes se concienticen de que hay un lugar donde se pueden llevar estos aparatos y no se, mirar tal vez un sitio que los acepten.*

Rebecca: *Yo creo que podríamos contactarnos con alguna de esas organizaciones, obviamente una confiable, de reciclaje para que nos mandaran una caneca especializada. También podríamos buscar, cómo conseguir una caneca especializada para cada aparato. Por ejemplo, en el Éxito de Cedritos está en el sótano unas canecas al lado del punto de pago, son como 5 o 6, dicen como computadores, impresoras, celulares, y así.*

Nico: *Lo que podríamos hacer es llamar a uno de esos centros y que nos pongan una de esas urnas en el colegio. ¿no creen?*

Momento 5 (remoto) - Transcripción de vídeo y audio 19 Mayo

En el momento de reflexión los participantes discutieron acerca de las posibles “soluciones” una vez se retornara a la presencialidad. Al final concluyeron que la mejor idea y la más viable era convertir al CNY en uno de los puntos de recolección mediante el programa Ecolecta⁴⁵ propuesto por la Secretaría Distrital de Ambiente. Una vez materialicen este proyecto, podríamos pensar que los participantes se comprometan con roles de gestión, implementación, divulgación y supervisión, acciones colectivas con las cuales podrían no solo concientizar a la comunidad CNY sobre esta problemática, sino además involucrarlos en la reducción y manejo adecuado del *e-Waste* para el beneficio de todos.

Por otra parte, los acercamientos al proceso de *transformación* no se limitaron a plantear propuestas que aportaran a la problemática estudiada, pues durante el desarrollo del AMM se evidenciaron disposiciones —diferentes a las usuales— por parte de los participantes.

⁴⁵ Véase propósito y normatividad del [Programa Ecolecta](#)



Imagen 9: Momento 3 -
Participantes organizando y limpiando el salón



Imagen 10: Momento 3 -
Participante organizando la zona de los casilleros



Imagen 11: Momento 3 -
Participantes recogiendo iPads y organizando el salón



Imagen 12 : Momento 2 -
Participantes: limpiando el salón

Durante las sesiones del desarrollo del AMM, ciertos estudiantes empezaron a tomar la iniciativa para organizar los espacios de acuerdo con sus preferencias, colaborando así con el aseo y reorganización del salón. Curiosamente la frase: “Miss, podría ir por la escoba y el recogedor” (Momento 2 (presencial) - transcripción de vídeo y audio 11 de marzo), se convirtió en una de las más frecuentes en nuestras sesiones presenciales. Este tipo de acciones no se habían evidenciado antes, pues usualmente son los profesores quienes indican a los estudiantes cómo organizarse y el estado en el que debería estar el salón, lo que se puede resumir como un

sentido de pertenencia⁴⁶. En una entre- vista Kevin manifestó: “Pues Miss, aprovechando que no nos haces sentar en nuestros puestos, pues toca barrer porque nos queríamos hacer en el piso, es más cómodo... y ¿viste que todos estábamos ayudando? Hasta Susana, que nunca hace nada” (Entre- vista a Kevin (presencial), transcripción de audio 13 de marzo).

Teniendo en cuenta que la democracia se vive en las experiencias cotidianas (Valero y Skovsmose, 2012), se evidencia una motivación intrínseca en beneficio de todos los miembros de la comunidad, lo cual es uno de los resultados de la *transformación*. Ciertamente, el ideal sería que todos los participantes busquen vincularse —de manera genuina— en este tipo de acciones colectivas. Además, como profesores tendríamos que empezar a identificar qué otras experiencias cotidianas —en el aula de matemáticas— podrían enfrentarnos a “condiciones adversas de vida”, como por ejemplo: la exclusión y la inclusión, la baja autoestima o autoconcepto, etc., que también motive a los participantes a emprender “acciones colectivas democráticas”, que conlleven la *transformación*.

Durante el desarrollo del AMM también se evidenciaron cambios —algo radicales— en determinados participantes.

Hablando acerca de la responsabilidad que cada uno tiene sobre las distintas problemáticas en torno al *e-Waste*:

Rebecca: *¡No! Todo es culpa de Edison* (alza la voz en un tono molesto)

Miss Krups: *¿Cuál Edison?* (Todos se giran y se le quedan mirando)

Ann: *¿El de la bombilla?*

Miss Krups: *¿Por qué culpa de Edison?*

Rebecca: *Porque él fue el que creó toda la revolución para llevar al mundo y a la ciencia a un nuevo paso y a la vez a una contaminación mayor.*

Momento 1 (presencial) - Transcripción de vídeo y audio 10 marzo

⁴⁶ Según Lizcano (2012), un ciudadano genera sentimientos de pertenencia entre los integrantes de un colectivo, con una actitud o comportamiento que se “considera como deseable, moral o ética para la colectividad”

El grupo 5 propuso montar una obra, donde los personajes eran: iPhone 5, iPhone 11, tienda Apple, periodista y comprador.

Rebecca: *Yo quiero ser Apple*

Yessy: *Oye Rebecca, en esta Apple no va a estar, porque van a ser los dos iPhones, el comprador y el periodista.*

Rebecca: *Ok, no sé, ustedes elijan y yo me quedo con el que sobre (mostrando desinterés).*

Grupo 5 - Momento 3 (remoto) - Transcripción de vídeo y audio 8 Mayo

Discutiendo acerca del nivel de conciencia que han tomado luego de haber estudiado la problemática:

Rebecca: *Yo creo, honestamente, que saber eso, no nos va a cambiar nada. Pues sí, lo vemos y nos ponemos tristes, y que pesar, pero después de eso seguimos con nuestra vida normal, entonces es como, casi irrelevante, entonces no afecta en nada. Esto es como más información.*

Momento 5 (remoto) - Transcripción de vídeo y audio 19 Mayo

Todos comparten sus ideas de posibles “soluciones”:

Rebecca: *Yo creo que podríamos contactarnos con alguna de esas organizaciones, obviamente una confiable, de reciclaje para que nos mandaran una caneca especializada. También podríamos buscar, cómo conseguir una caneca especializada para cada aparato. Por ejemplo, en el Éxito de Cedritos está en el sótano unas canecas al lado del punto de pago, son como 5 o 6, dicen como computadores, impresoras, celulares, y así.*

Momento 5 (remoto) - Transcripción de vídeo y audio 19 Mayo

Estas transcripciones denotan inicialmente un desconocimiento —tal vez ingenuo— por parte de Rebecca, frente a su responsabilidad ante la problemática. En sus afirmaciones atribuye la culpa a terceros, sin reconocer que las prácticas de consumo y desecho cotidianas también aportan al incremento del *e-Waste*. Rebecca participó en la búsqueda, delimitación y escogencia del tema, sin embargo, hasta ese momento no habíamos capturado su interés como lo confirmaron sus afirmaciones: “yo solo quería terminar el trabajo, pues era un trabajo más y

obviamente no iba a dejar botado a mi grupo” (Entre-vista a Rebecca (remota) - transcripción de audio 9 de mayo).

Para el último *momento*, Rebecca se muestra escéptica ante la posibilidad de que el estudio de la problemática, haya influido —o vaya a influir— realmente sobre las prácticas de consumo y desecho en ella o en los demás. Sorpresivamente, luego que sus compañeros plantearon “soluciones” viables y expusieron las razones y beneficios que traería cada alternativa, Rebecca decidió involucrarse exponiendo un ejemplo de una “solución” existente. Indagando acerca del cambio de actitud de Rebecca, ella manifestó: “no sé, lo que decían mis compañeros sonaba real, o sea, como que sí es posible hacer algo aquí en el colegio y me acordé de lo del Éxito. Y no sé, como que dije ¿por qué no?” (Entre-vista a Rebecca (remota) - transcripción de audio 22 de mayo).

En este sentido, los cambios de pensamiento, roles, actitudes, comprensiones, etc., solo pueden evidenciarse prestando atención a la evolución de los mismos, entendiendo que la vida no es una “situación estática de ser sino... un proceso de llegar a ser” (Aronowitz, 1993 citado en Valero y Skovsmose, 2012). Por ello, tomamos diferentes momentos a lo largo del desarrollo del AMM, para examinar interacciones que dieran cuenta de la posibilidad de *transformación*. Aún cuando los estudiantes no reconocieron —de manera explícita— que disminuir el *e-Waste* se podría traducir en el mejoramiento de ciertas condiciones de vida, lograron establecer propuestas de “acciones colectivas democráticas para modificar y mejorar las condiciones” (Valero y Skovsmose, 2012) de todos los miembros de la comunidad del CNY.

A su vez, estos análisis nos permiten vislumbrar la necesidad de generar espacios en las clases de matemáticas, en los cuales los estudiantes usen las matemáticas como herramienta para

interpretar y reinterpretar situaciones *socialmente relevantes*. En consecuencia, las matemáticas serían entendidas como “instrumento de conocimiento de la realidad que nos permite comprenderla críticamente y, eventualmente, intervenir en ella para hacer propuestas de cambio y transformarla” (Callejo, 2020) y así emprender acciones como colectivo.

La coflexión

De manera intrínseca —e inconsciente—, los procesos de colectividad, deliberación y transformación conllevan espacios de reflexión íntima —entendido como lo opuesto a lo público—, pues es indispensable que las personas estructuren sus ideas antes de presentarlas a un grupo. No obstante, también es fundamental pensar en aquellos procesos que involucran la reflexión colectiva, es decir el proceso de *coflexión*. Entendiendo que este se refiere a aquel donde “las personas, colectivamente, consideran los pensamientos, acciones y experiencias que viven como parte de su esfuerzo colectivo, y adoptan también una posición crítica hacia su actividad” (Valero y Skovsmose, 2012).

En el momento de *Sensibilización* —momento 1 (presencial)—, la PI les preguntó sobre qué sintieron luego de ver el vídeo.

Yoda: *Tristeza. Porque digamos que puede que ellos nacieron en ese lugar y ellos no se lo merecían y pues es triste porque están viviendo en estas condiciones por culpa de otras personas (refiriéndose a los niños que se ven entre el e-Waste).*

Ann: *Pues yo siento tristeza, pero lo relaciono con que los niños ahí son como los que están en esa situación tan dura, como de no sé, de pobreza tal vez. Pues a uno le da tristeza porque yo quisiera que ellos tuvieran lo que yo tengo, ¿no? disfrutar de muchas cosas que yo si puedo disfrutar.*

Agatha: *Pues como dijeron mis compañeros, nosotros tenemos culpa de eso. Uno se siente mal al ver que uno está acá intacto y las demás personas están sufriendo, entonces es muy triste.*

Momento 1 (presencial) - Transcripción de vídeo y audio 10 marzo

Los participantes expresaron sus sentimientos de tristeza, al ver imágenes de niños rodeados de *e-Waste* y compararon sus vidas con las de ellos. Estas participaciones reflejaron una reflexión individual, al comparar las condiciones de vida de los niños del vídeo con las propias, reconociendo las necesidades a las que estos se enfrentan. Sin embargo, en sus intervenciones iniciales, no se evidenció una *postura crítica*⁴⁷, debido a que los estudiantes aún no habían reconocido esta situación como un problema para ellos. Por esta razón, fue indispensable analizar etapas en las que los participantes ya hubieran logrado una mejor comprensión sobre la problemática y sus implicaciones.

Este fragmento muestra a Tommy compartiendo con sus compañeros las comprensiones alcanzadas durante el estudio del *e-Waste*.

Tommy: *Yo estaba “Googleando” las cosas y me acordé que hace mucho tiempo estaba leyendo un artículo de cuantos recursos naturales se tenían que extraer para hacer un celular y me di cuenta que necesitan bastantes materiales y bastantes recursos naturales, bastante petróleo, para hacer un celular. Y pues ahorita viendo las demás exposiciones, pues me doy cuenta de que mil doscientos millones de celulares es un “poquito” (tono sarcástico) preocupante, tantos materiales que se sacan y lo poquito que se recicla.*

Momento 5 (remoto) - Transcripción de vídeo y audio 19 mayo

El participante comentó las comprensiones e interpretaciones que había logrado gracias a las presentaciones que compartieron sus compañeros. Luego, estas las relacionó con la información que había consultado anteriormente, donde “mil doscientos millones de celulares” no fue relevante en aquel momento.

⁴⁷ De acuerdo con Skovsmose (1999), ser crítico se refiere a “prestarle atención a una situación crítica, identificarla, tratar de captarla, comprenderla y reaccionar frente a ella”.

Supongo que en ese momento mil doscientos millones sonaba como mucho, pero la verdad no me fije, me dio como igual la verdad. Bueno también porque más bien no sabía todo lo que había detrás de un celular. O sea, quien se va a imaginar que se gastan tantos recursos para un simple celular o que hay explotación infantil, es muy loco ¿no? Siento que si no lo hubiéramos visto en la clase de math como que jummmm, nunca me hubiera enterado y pues me daría como igual.

Entre-vista a Tommy (remota) - Transcripción de audio 22 de mayo

De acuerdo con la entre-vista, para Tommy fue necesario escuchar a sus pares compartir sus pensamientos y comprensiones para lograr adoptar “una posición crítica hacia su actividad” (Valero y Skovsmose, 2012). Estas nuevas posturas se lograron gracias al trabajo colectivo que han hecho los estudiantes por no solo comprender la situación y sus implicaciones, sino además por pensar en posibles alternativas —como lo hemos mencionado en otras transcripciones—. Lo cual resalta la importancia de dirigir “su atención hacia los pensamientos y acciones de los demás de una manera consciente” (ibid). En este episodio se vislumbra como el número presentado en el artículo que Tommy leyó, toma sentido únicamente después de haber comprendido el contexto en el que se desarrolla y las implicaciones sociales, medioambientales y políticas que este tiene sobre la problemática del *e-Waste*.

Para el cierre del AMM se discuten posibles alternativas frente a la problemática del *e-Waste*.

Emma: *Si vamos a hacer eso, de que como tal los estudiantes hagamos lo del punto de e-Waste, tocaría ver en dónde para que no sea motivo de juego y estar sacando las cosas que ya hayan adentro.*

Miss Krups: *¿Estás sugiriendo hacer un punto de e-Waste?, o sea ¿que lo tengamos nosotros?*

Emma: *No, podríamos mirar la opción como el que está de pilas [refiriéndose a los contenedores que hay en los centros comerciales] y mirar lo del sitio a ver si se podría llevar como a algún sitio o algo para botar.*

Kevin: *Y ¿si hacemos como con las tapas? ¿no te acuerdas? que cada salón con su caja y pues cada salón va como rellorando su caja ¿no?*

Bela: *El problema de eso es que muchas veces ahí es que en vez de tirar lo que se debe tirar, se termina echando basura.*

Kevin: *Pues con monitores*

Niky: *O que no quepa basura, solo tapas, como personalizarlo.*

Kevin: *Y ¿si le damos los cositos a los profesores y que ellos lo pongan en su caja?*

Miss Krups: *Miren que hay un comentario de Rebecca [refiriéndose al chat del meet] y es contactar a una de las organizaciones, para ver si de pronto ellos nos ofrecen el recipiente donde se echa eso, seguramente eso va a tener un candado.*

Sech: *Sí, me parece.*

Momento 5 (remoto) - Transcripción de vídeo y audio 19 Mayo

Con las propuestas mencionadas, los participantes —ahora de manera más explícita— empezaron a tomar bajo consideración los pensamientos y comprensiones de sus demás compañeros y las propias, reflexionando sobre sus prácticas como grupo y proponiendo alternativas para iniciar una campaña sobre el adecuado desecho del *e-Waste*. Estos pensamientos, comprensiones y acciones colectivas dieron muestra del acercamiento al proceso de *coflexión* por parte de varios participantes del AMM.

Como consecuencia de lo expuesto, para el análisis de esta categoría fue necesario prestar mayor atención al cambio de actitudes, opiniones y posturas de los participantes a lo largo del desarrollo del AMM, pues la *coflexión* es un proceso. La evolución en las comprensiones y acciones de los participantes se visualizaron —en su gran mayoría— entre la comparación de los momentos iniciales y el momento de *reflexiones y cierre*. Pues estos cambios mostraron cómo los participantes empezaron a tomar bajo consideración no sólo los juicios, sentires y voces propias, sino las de los demás, abriendo la posibilidad de actuar colectivamente. Como se pudo observar las evidencias del proceso de *coflexión* estuvieron presentes

especialmente en el último momento del AMM, ya que la *coflexión* también implica que los miembros de un grupo adopten una posición crítica sobre sus acciones y fue para el momento 5 (remoto) donde plantearon alternativas —como grupo— a partir de sus reflexiones.

Aquí estuvieron, ¿presentes? o ¿ausentes?

Con el firme propósito de reconocer, analizar y categorizar posibles interacciones que dieran cuenta de la *colectividad, deliberación, transformación y coflexión* —en una clase de matemáticas con estudiantes de octavo grado, que participan en un AMM— encontramos evidencias en los datos producidos, tanto de sus *presencias* como de sus *ausencias*. En términos generales, el AMM propició espacios y dinámicas diferentes a las usuales, en las cuales prevalecieron las discusiones grupales y el trabajo colaborativo. Estos elementos permitieron mayores interacciones entre los participantes, quienes además tuvieron la oportunidad de trabajar con compañeros diferentes a los acostumbrados y de abordar una problemática —real— de su interés, logrando comprensiones que les permitieron acercarse a las *características de la democracia*, en la mayoría de los participantes.

Gracias al AMM se propiciaron espacios donde los participantes expusieron y argumentaron sus opiniones, se escucharon unos a otros, tomaron en consideración las ideas propias y las ajenas para la construcción de sus proyectos y establecieron posibles alternativas de “solución” de manera colectiva. Como la evidencia lo demostró, los grupos —y cada miembro— actuaron de formas diversas, el análisis de sus interacciones expusieron la *presencia* o *ausencia* de *características de la democracia* entre ciertos participantes. Estas estuvieron *presentes* entre los participantes que sí tomaron bajo consideración las posturas de cada uno de sus miembros y

decisiones con las cuales todos estuvieran de acuerdo y a su vez se beneficiaran, y *ausentes* en los que no o entre quienes el AMM no logró involucrar. Aquellos episodios identificados como *ausentes*, nos brindaron la oportunidad de imaginar posibles escenarios que podrían ser tomados en cuenta para pensar en acciones que pudieran dar inicio o fortalecer los procesos de *colectividad, deliberación, transformación y coflexión*.

Por último, resaltamos que como en todo colectivo, las disposiciones, participaciones, intereses, etc. son diversas, pues estas responden a las *subjetividades* de cada participante. Por esta razón, reconocimos que dichas características podrían ser identificadas en interacciones particulares —no necesariamente en todas— presentes en el AMM. Aún así, estas fueron muchas más de las que se pudieran identificar en las clases tradicionales de matemáticas.

Capítulo 11:

El final es tan solo el principio

El desarrollo de este trabajo nos llevó a comprender las perspectivas propuestas por Skovsmose (1999), Valero (2002), Lerman (2000), Gutiérrez (2013), Barbosa (2004) y Callejo (2000), acerca de las relaciones entre la educación matemática y la formación ciudadana, lo cual nos permitió empezar a trascender de lo teórico a lo práctico. El reconocer, interpretar y reinterpretar la perspectiva sociopolítica de la educación matemática, nos ha permitido identificar que nuestras responsabilidades no solo recaen sobre el conocer, sino también sobre el ser. Esto implicó complejizar nuestras prácticas pedagógicas, es decir, salir de un enfoque que privilegia aspectos cognitivos y abordar uno que tuviera en cuenta las dimensiones sociales de los participantes de la clase. Por esta razón, llevamos a cabo un AMM desde una perspectiva socio crítica (Barbosa, 2001), el cual nos permitió reconocer otras interacciones en la clase de matemáticas, y examinar y categorizar en cuales de estas interacciones se evidenciaron aspectos relacionados con las características de la democracia (Valero y Skovsmose, 2012).

Sobre las interacciones

El desarrollar un AMM que tuviera como foco de estudio una problemática *socialmente relevante* para los estudiantes, permitió que emergieran *otras* interacciones entre los participantes de la clase de matemáticas. Por un lado, como se tenía planeado, el rol de la profesora cambió a copartícipe —Caso 2 (Barbosa, 2001)—, lo cual le brindó la oportunidad de conocer las dinámicas, intereses y relaciones entre los estudiantes y a ellos les permitió conocer otras facetas de su profesora. Claramente las interacciones que empezaron a surgir, iban matizando el

ambiente de la clase hacia uno más ameno. Pareciera ser que generar vínculos más cercanos entre estudiantes y profesores, brindara a los estudiantes la tranquilidad de compartir sus “experiencias, vivencias, intenciones, porvenires, diversidades culturales, aspectos sociopolíticos del entorno, emociones y diálogos” (García, Valero, Salazar, Mancera, Camelo y Romero, 2013, citados en Arias y Tamayo, 2019) y al profesor la oportunidad de traer al aula problemáticas que pudieran estar basadas en estos. De ser así, podríamos pensar que identificar situaciones *socialmente relevantes* para proponer a los participantes estudiarlas en clase, sería una manera —no la única— de lograr mayor motivación e interés por parte de ellos —incluyendo al mismo profesor—.

A su vez, fue posible concluir que en las interacciones que implicaron trabajar con otros —con los que no solían o pensarían trabajar— resultó positivo, pues escucharon opiniones e ideas que no necesariamente se parecían a las propias, lo que también generó espacios de discusión y reflexión conjunta, pues como sostiene Lerman (2000) “todo aprendizaje proviene de otros, y en consecuencia los significados significan, describen el mundo como es visto a través de los ojos de esas prácticas socioculturales” (p. 18). Asimismo se evidenció que ciertos estudiantes que acostumbraban no participar, ni discutir con personas fuera de su círculo de amigos cercanos, dieron a conocer su voz, involucrándose con el grupo y negociando significados. Estas interacciones se relacionan con lo que Callejo (2000) denominó *democracia participativa*.

Del mismo modo —y sin saberlo—, se dieron la oportunidad de conocerse mejor, reconociendo entre sí sus posturas, capacidades y habilidades y a su vez tomando roles diferentes en el grupo acorde con estas. En algunas de las interacciones se evidenció que al estar en grupo y

compartir un propósito, puso en evidencia la necesidad de pensar en el otro, tomando bajo consideración las limitaciones existentes entre ellos —en cuestiones de conectividad y recursos—, además de considerar las opiniones de todos con el fin de reformular sus propuestas iniciales y llegar a acuerdos comunes que beneficiaran a todos. Valero y Skovsmose (2012) resaltan la reformulación con “un elemento importante del *atender activamente*⁴⁸, en el que los participantes se escuchan uno al otro de manera cuidadosa y logran conjuntamente una comprensión compartida” (p. 166).

Así mismo, en las interacciones asociadas a la participación se evidenció que la mayoría de estudiantes sintieron que sus aportes eran significativos. Lo cual es un contraste con las clases de matemáticas regulares, donde usualmente solo participan los que “sí saben”, estatus que entre ellos mismos se otorgan. Posiblemente para ellos no fue muy evidente el aumento en sus participaciones, pues las discusiones se dieron de forma muy natural. De acuerdo con lo planeado, la clase fue desarrollada por ambos, tanto por la profesora como por los estudiantes. Además, pareciese ser que por momentos no existieron diferencias entre sus participaciones, lo cual provocó que el “papel de experto” adjudicado al profesor se desvaneciera, experticia que hace referencia a las matemáticas escolares (Lerman, 2000).

Por otro lado, otro aspecto identificado de las interacciones que justificó el aumento de las participaciones fue el enfoque dado a la clase. Es decir, este no estaba centrado en los objetos, conceptos o procedimientos matemáticos. Como algunos estudiantes lo mencionaron durante las entre-vistas, en estas clases —contrario a las clases regulares— sintieron que sí tuvieron algo que aportar. Aquí, podríamos tomar bajo consideración que al estudiar una situación *socialmente*

⁴⁸ Rogers y Farson (1969, citados por Valero y Skovsmose, 2012) se refieren a *atención activa* como “atender... con un interés sincero desde la perspectiva del otro y no como una técnica manipulativa”

relevante que parte de los intereses propios de los estudiantes, les permitió contar con conocimientos y posibles experiencias previas, lo que nos demuestra que “lo social antecede a lo matemático” (Gorgorió, Prat y Santesteban, 2006, citado en Camelo, 2017).

Las diversas interacciones identificadas durante el desarrollo del AMM y descritas posteriormente, además del análisis realizado y las conclusiones compartidas hasta el momento, nos llevaron a cuestionarnos sobre múltiples aspectos, tales como: ¿Qué otros beneficios o aspectos positivos conllevan el tener una relación cercana y amigable con nuestros estudiantes? Además de lograr una mayor motivación e interés en los participantes ¿qué más sería necesario para lograr un aprendizaje significativo que logre trascender el salón de clase? ¿Qué implicaciones tiene el reconocer las posturas, capacidades y habilidades de mis compañeros y además las propias? Implicaciones ¿sociales? ¿culturales? ¿pedagógicas? ¿personales? ¿Hay otras? ¿Podría este enfoque brindar la oportunidad de afianzar el autoconcepto y la autoestima de nuestros estudiantes frente a las matemáticas? ¿Podrían estas interacciones llevarnos a reconocernos como diferentes y a aceptar nuestras diferencias?

Todo estos aspectos *sobre las interacciones*, nos invitan a imaginar que implementar acciones como estas en el aula —refiriéndonos al AMM—, podrían dar cabida a interacciones que reflejen aspectos asociados a las características de la democracia. Por lo cual nuestro siguiente cuestionamiento sería ¿qué tipo de —o qué otras— interacciones debemos promover o fomentar en la clase de matemáticas con el propósito de dar lugar a los procesos de *colectividad, deliberación, transformación y coflexión*?

Sobre las características de la democracia

Luego de describir las interacciones que emergieron en el AMM, las analizamos con el fin de identificar aspectos asociados a las características de la democracia. Cuando estas no surgieron, recurrimos a la *imaginación pedagógica*⁴⁹ para imaginar —valga la redundancia— las interacciones o acciones de los participantes que pudiesen haber dado cuenta de aspectos vinculados a las características de la democracia y nos permitimos “fantasear” con posibles escenarios en los que se pudiera lograr que estas emergieran o se potenciaran, tal y como lo propone Skovsmose (2015).

En cuanto a la *colectividad*, las interacciones como la discusión y el trabajo en grupo fueron fundamentales en esta categoría. Pues los estudiantes tuvieron la oportunidad de participar de la toma de decisiones de forma grupal, de tomar bajo consideración las capacidades, intereses y limitaciones de los otros, de establecer consensos entre los miembros del grupo, de escuchar las voces de quienes usualmente suelen callar, entre otros aspectos asociados a la *colectividad* (Valero y Skovsmose, 2012), por lo cual concluimos que:

- En ciertos grupos se evidenció que los estudiantes sometieron a votación sus propuestas sin escuchar o considerar las ideas de todos. Podríamos pensar en escenarios en los cuales el profesor, ante situaciones como esta, fomente en los participantes la toma de conciencia sobre la necesidad de considerar las opiniones de los otros, con el fin de generar “condiciones... apropiadas para todos” (Valero y Skovsmose, 2012). No obstante, en aquellos grupos donde esto sí surgió, inicialmente se presentaron algunas dificultades

⁴⁹ Según Skovsmose (2015) la *imaginación pedagógica* hace referencia a “una concepción de alternativas para lo que de hecho está ocurriendo”.

para escucharse entre sí y respetar los turnos conversacionales, pues algunos levantaban sus voces o no esperaban a que otros terminaran sus ideas.

- Valero y Skovsmose (2012) reconocen la democracia como un ejercicio interno el cual requiere de ciudadanos que compartan valores, tales como “el respeto, la igualdad, la responsabilidad social y el interés” (p.13). Aspectos que fueron evidenciados en las interacciones en las cuales los estudiantes se enfrentaron a opiniones diferentes a las propias. Los grupos que se dieron la oportunidad de no sólo escucharse, sino también de considerar y respetar sus diferencias, lograron establecer acuerdos de manera colectiva.
- También identificamos que el estudio de la problemática del *e-Waste* no logró “engancharse” a todos los participantes, lo que causó en unos pocos un rol menos activo. En casos más particulares los estudiantes pedían que otros tomaran decisiones por ellos y les indicaran asimismo qué hacer. Reconocemos que situaciones como estas —aunque aisladas— requieren de una atención especial por parte del profesor, pues es quién tiene la tarea de acercarse a sus estudiantes, escucharlos y con ello encontrar sus intereses, para así proponer estudiar una situación que sea significativa para ellos.
- Como parte de las interacciones identificadas, se evidenció que algunos grupos buscaron “asegurar una participación activa de sus miembros” (Valero y Skovsmose, 2012), pues tomaron en consideración los problemas de comunicación (problemas con el internet, falta de micrófono, entre otros) e implementaron alternativas para que todos participaran. Para asegurar esta participación, primero es necesario que los participantes interioricen que las voces de todos son importantes —no solo la propia, sino la de todos los demás—.

Que no basta con participar, sino que también se debe escuchar y considerar las participaciones de los otros, pues solo reconociéndose y reconociendo a los otros como parte del mismo equipo se lograrán tomar decisiones que beneficien a todos.

Al igual que en la colectividad, las interacciones como la discusión y el trabajo en grupo, resultaron indispensables para que aspectos asociados a la *deliberación* emergieran. Nos enfocamos en identificar si los participantes tomaron en cuenta —o no— las razones o falta de ellas en sus opiniones, los pro y contras de las posibles decisiones, y los beneficios y pérdidas de las acciones que pueden emprender (Valero y Skovsmose, 2012), aspectos que se lograron identificar en ciertas interacciones.

- Cuando los estudiantes expresaron opiniones controversiales, no les fue fácil compartir sus argumentos con los demás compañeros. En este tipo de situaciones sería ideal promover la discusión entre los participantes con el fin de considerar “las razones o falta de razones para las opiniones” (Valero y Skovsmose, 2012), antes de lanzar juicios. Lo que permitiría a los participantes defender sus opiniones, no sin antes entender que “defender no significa tratar de convencer al otro de la propia opinión o sugerencia. Defender significa examinar las perspectivas propias, pero acaso también argumentar a favor de las ideas y propuestas del otro” (ibid, p. 163). Consideramos que es una oportunidad para que el profesor entre a conciliar en los momentos de discusión, intentando develar que la opinión de cada participante no solo es importante sino válida, de acuerdo con sus argumentos, y que todos tenemos el mismo derecho a manifestar nuestras opiniones, pues somos iguales.

- Algunos estudiantes expusieron las ventajas de sus propuestas, lo que permitió evidenciar interacciones de “diálogo deliberativo dinámico”, en el que los participantes consideraron los “ los pros y los contras de las decisiones posibles antes de realizarlas efectivamente” (Valero y Skovsmose, 2012). Resulta importante que el profesor promueva dicho diálogo entre quienes no participaron, incentivándolos a buscar herramientas que les permita argumentar sus ideas, pudiendo ser una de estas las mismas matemáticas.
- Cada una de las etapas del AMM, permitieron que los participantes tuvieran espacios de deliberación, los cuales sin saberlo los preparó para la discusión final —qué hacer con sus nuevas comprensiones—. En general, durante la última sesión se evidenciaron interacciones en las que los participantes evaluaron las propuestas de todos, examinando los “beneficios y pérdidas”(Valero y Skovsmose, 2012) que estas podrían traer para su comunidad —el CNY—.

Por su lado, para examinar y analizar las interacciones que dieron cuenta o se acercaron a un proceso de *transformación*, nos enfocamos en aquellas que trascendieron a acciones colectivas que mejoraron sus condiciones de vida como grupo (Valero y Skovsmose, 2012). Del análisis de estas interacciones podemos concluir los siguientes aspectos.

- Luego de ver el vídeo⁵⁰ de sensibilización, los participantes lograron identificar las diferentes problemáticas que se generan a causa del *e-Waste*. Allí consideraron que los cambios individuales no tendrían un impacto significativo, teniendo en cuenta que estas problemáticas ya tienen implicaciones globales. Pareciese ser que los estudiantes han sacado a relucir un aspecto fundamental de la *transformación*, el cual es la necesidad de

⁵⁰ Vease en [E Waste Visual Essay \(Edworthy, 2019\)](#)

actuar de forma colectiva con el fin de mejorar las condiciones de vida de todos (Valero y Skovsmose, 2012). Condiciones —que de cierta forma— se han venido deteriorando con las “malas prácticas” de consumo y desecho que hemos adoptado y que se han naturalizado en estas nuevas generaciones.

Como muestra de ello, nuestro continente Americano se posicionó en el tercer lugar con una producción de 11.3 Mt para el 2016 (Baldé, Forti, Gray, Kuehr y Stegmann, 2017), ya para el 2019 superamos a Europa, pasando al segundo lugar con una producción de 13.1 Mt (Forti, Balde, Kuer y Bel, 2020).

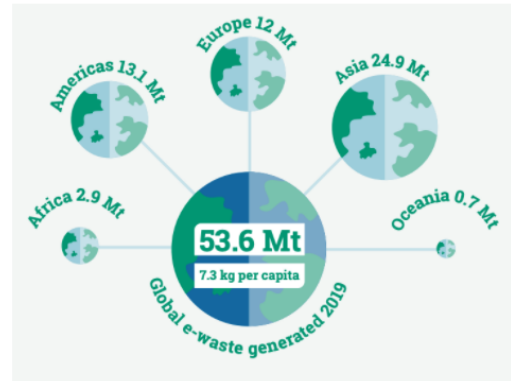


Figura 3. e-Waste generado por continente durante el 2019. Por Forti, Balde, Kuehr y Bel (2020).

- Igualmente consideramos que aquellas interacciones en donde varios estudiantes discutieron cómo organizar y limpiar su salón, claramente propendieron por un beneficio para todos. Lo que nos podría brindar una comprensión de cómo la democracia puede reflejarse en prácticas cotidianas, como lo establecieron Valero y Skovsmose (2012). Teniendo en cuenta que nuestros análisis se enfocaron en las interacciones alrededor del estudio de las problemáticas, nos tomó por sorpresa que este tipo de interacciones también dieran cuenta de características asociadas al proceso de *transformación*.
- Ya para el cierre del AMM, los participantes consideraron que podrían tomar acciones para impactar a nivel local, involucrando a las familias y funcionarios pertenecientes a la comunidad del CNY. Lo que puso en evidencia que los participantes desarrollaron “la capacidad de [proponer y tomar] acciones colectivas” (Valero y Skovsmose, 2012), las

cuales fueron discutidas “para modificar y mejorar las condiciones de vida de quienes están involucrados y de la sociedad en general” (ibid).

- Las nuevas comprensiones logradas por los participantes sobre las problemáticas, también son un claro ejemplo de *transformación*, pues estas les permitieron reinterpretar los alcances, las dificultades, las posibilidades y el impacto que sus decisiones y acciones podrían tener sobre la sociedad.
- Resaltamos que no solo es importante, sino además necesario, generar espacios en las clases de matemáticas en los cuales se fomente la discusión, reflexión y la búsqueda de acciones que transformen sus comprensiones y su entorno.

Por lo que se refiere a la *coflexión*, prestamos atención a aquellas interacciones que mediante procesos de colectividad, deliberación y/o transformación dieron cuenta de reflexiones colectivas, las cuales pusieron en evidencia las posiciones críticas de los participantes “hacia su actividad” (Valero y Skovsmose, 2012). Frente a la evidencia analizada planteamos las siguientes conclusiones.

- Teniendo en cuenta que la *coflexión* es un proceso y que en las etapas iniciales del AMM los participantes aún no se habían reconocido como colectivo, fue necesario enfocarnos en los cambios de disposiciones y pensamientos. Pues solo hasta que empezaron a considerar “los pensamientos, acciones y experiencias que viven como parte de su esfuerzo colectivo...” (Valero y Skovsmose, 2012), logramos identificar las primeras interacciones asociadas a la *coflexión*.

- Las discusiones para comprender las problemáticas y el pensar en posibles soluciones les permitió a los participantes reflexionar sobre sus prácticas. Dando cuenta de cómo mediante los procesos de *deliberación* y *colectividad* es posible llegar a dirigir la atención —como grupo— a los pensamientos y acciones de los otros, reflexionando colectivamente, acercándose así al proceso de *coflexión*.
- Algunos participantes no sólo identificaron diferentes problemáticas, sino que además estudiaron y discutieron —considerando atentamente la voz propia y la de los otros— sus implicaciones. Así mismo, lograron nuevas comprensiones y reinterpretaciones, planteando de manera colectiva posibles alternativas de solución; aspectos que se relacionan a posturas críticas (Skovsmose, 1999).

Sin duda el AMM permitió una diversidad de interacciones y muchas de estas a su vez nos permitieron identificar visos de las *características de la democracia*. Esta experiencia nos abrió la posibilidad de —por unos instantes gracias a algunas interacciones— imaginar el aula de matemáticas como un espacio democrático, lo cual aportaría a la formación ciudadana de nuestros estudiantes.

A su vez, esta experiencia también nos llevó a preguntarnos diferentes aspectos relacionados a la planeación y desarrollo del AMM: ¿Qué elementos se deberían tener en cuenta para reconocer problemáticas que en realidad sean *socialmente relevantes* para todos los estudiantes? ¿Basta con encontrar una problemática *socialmente relevante* para todos los estudiantes para garantizar que ellos se vinculen? Como copartícipes ¿qué tipo de intervenciones debimos haber realizado para promover una participación activa de los estudiantes? ¿De qué manera pudimos haber promovido valores democráticos tales como el respeto, la igualdad, la

tolerancia, entre otros, en nuestras clases de matemáticas? ¿Qué tipo de preguntas orientadoras pudimos haber planteado para llevar a todos los estudiantes a escuchar las voces de otros, considerar las capacidades y limitaciones, y generar condiciones de vida apropiadas para todos? ¿De qué manera pudimos haber fomentado que todos los estudiantes compartieran y escucharan las razones, la falta de razones, los beneficios, las pérdidas, los pro y los contra, antes de tomar decisiones que los involucraran? ¿Qué otras reflexiones colectivas, aparte de las que giraron en torno a la comprensión de las problemáticas y de pensar en posibles soluciones, pudieron haberse originado?

Todas estas cuestiones se relacionan a las interacciones que dieron o podrían dar luces sobre las características de la democracia. Sin embargo, teniendo en cuenta que todo esto se desarrolló dentro de la clase de matemáticas, también nos surgen interrogantes sobre ¿qué pasó con las matemáticas?

¿Qué pasó con las matemáticas?

Aún cuando nuestra atención no estuvo dirigida hacia las matemáticas, sino a establecer y comprender las relaciones entre la educación matemática y la formación ciudadana —en nuestro caso particular reconocer, analizar y categorizar las interacciones que pueden ser asociadas a las características de la democracia—, es natural preguntarnos ¿qué pasó con las matemáticas a lo largo del AMM? Como lo mencionamos anteriormente, la MM desde la perspectiva *socio crítica* propuesta por Barbosa (2001) tiene como objetivo brindar la oportunidad de explorar y cuestionar cuáles podrían ser los roles que desempeñan las matemáticas en la sociedad, además de fomentar la investigación o indagación de problemáticas sociales a través de las matemáticas

con una *actitud crítica*. Con esta perspectiva y el cuestionamiento antes planteado, es fundamental revisar aquellas situaciones en las cuales las matemáticas emergieron y cómo estas pudieron haber sido profundizadas durante el desarrollo del AMM.

❑ Algunos de ellos lograron interpretar la información recolectada y se cuestionaron sobre sus implicaciones. Por ejemplo, el grupo que se enfocó en la explotación infantil⁵¹, no solo cuestionó el hecho de que niños —menores que ellos— trabajaran hasta 12 horas al día cargando materiales “de entre 20 y 40 kg”, sino que además el pago recibido por dicho trabajo —“entre uno o dos dólares estadounidenses”— al hacer la conversión a COP⁵² lo consideraron insignificante “Uishhh, con eso ni para una bolsa de leche y \$3000 de pan” (Momento 3 (presencial) - transcripción de vídeo y audio 13 de marzo). Con esto las matemáticas son una herramienta que permite la comprensión de una situación social —la explotación infantil asociada a la extracción de Cobalto para la producción de celulares—, lo que Callejo denomina la matemática como *instrumento de conocimiento* (2000).

❑ Ciertos grupos presentaron cifras sobre la cantidad de toneladas de *e-Waste* que se generaron en diferentes lugares del mundo. Tal vez si hubiésemos tenido el tiempo de cuestionar a nuestros estudiantes sobre lo que significan 49,8 millones de toneladas⁵³, esto nos hubiera abierto puertas para ahondar en conceptos matemáticos de dos maneras como lo propone Barbosa (2001). Por un lado, podría



Figura 4: El problema de la basura electrónica. Por González (2019)

⁵¹ Vease la campaña de Amesty Internationa: [¿Funciona mi teléfono con trabajo infantil?](#)

⁵² Pesos Colombianos

⁵³ Figura 4: Adaptada de la infografía: González (2019). [El problema de la basura electrónica.](#)

haberse profundizado en conceptos con los que ya están familiarizados como estimación, volumen, unidades de medida, etc. Por otro lado, hubiese sido la oportunidad de introducir nuevos conceptos, como por ejemplo la noción de crecimiento exponencial.

- ❑ Del mismo modo, es necesario pensar qué implicaciones pudo haber tenido presentar datos sin algún viso de *actitud crítica* (Araújo, 2012). Pues ciertos estudiantes mencionaron porcentajes y cifras sin adoptar necesariamente una postura sobre lo que cada una de estas significa. Utilizando el ejemplo anterior, podríamos pensar en cómo lograr que el número 49,8 millones de toneladas tome un significado, el cual sirva como herramienta para adoptar una postura crítica frente a lo que esto le representa al medio ambiente. Si nos centramos en el volumen, sería necesario que los estudiantes tomaran espacios conocidos como referencia, por ejemplo tomar las canchas de fútbol del CNY como base y estimar la altura necesaria para dimensionar cierto número de toneladas. Este ejercicio de visualización, podría haberlos ayudado a dimensionar la gravedad de la problemática y brindarles la oportunidad de generar un modelo que les permitiera predecir los alcances en los años por venir e inferir las consecuencias. En consecuencia, esto podría llevarlos a discusiones que les permitan reflexionar colectivamente sobre sus prácticas de uso y consumo de aparatos eléctricos y electrónicos.

Desde otro ángulo, consideramos que no solo las tensiones descritas en [Capítulo 5](#), sino también la llegada de la pandemia, tuvieron un gran impacto en el desarrollo del AMM. Atendiendo estas tensiones y situaciones, tomamos decisiones que limitaron las posibles comprensiones y cuestionamientos que podrían haberse dado al profundizar las matemáticas que fueron emergiendo. Pese a que “el poder simbólico de las matemáticas está enraizado en una

metafísica bastante difundida sobre la confiabilidad de las matemáticas” (Skovsmose, 1999, p. 63), para que un AMM desde la perspectiva *socio crítica* sea exitoso, requiere que los participantes cuestionen la veracidad de los modelos o representaciones encontrados (Araújo, 2012). En nuestro caso podríamos decir que estos cuestionamientos no se lograron, pues pasamos a la modalidad remota y los tiempos efectivos de clase y de producción por parte de los participantes no fueron iguales que los de la presencialidad.

En síntesis, las matemáticas emergieron durante el desarrollo del AMM y en muchos casos fueron utilizadas como herramienta para la comprensión de las problemáticas, la argumentación de sus opiniones, pero sobre todo para presentar información relacionada a estas. Además, las tensiones y la situación de pandemia conllevaron a reformular aspectos del AMM, entre ellos la profundización de las matemáticas emergentes, la cual pudo haber sido mucho más enriquecedora. No olvidemos que desde esta perspectiva sociopolítica de la educación matemática, no solo buscamos una mejor comprensión sobre la educación matemática, sino que a su vez buscamos transformar la educación matemática para que se privilegien unas prácticas más justas socialmente (Gutierrez, 2000).

No debemos ignorar

Al considerar las interacciones, las características de la democracia que se vislumbraron en estas y el papel que jugaron las matemáticas a lo largo del AMM, nos abrió las puertas a más reflexiones. Una de estas es examinar cuáles podrían ser las oportunidades de mejora al llevar al aula un AMM desde una perspectiva *socio crítica* (Barbosa, 2001). Otra es cuestionarnos por qué esta propuesta se realizó en la clase de matemáticas y no en alguna del área de las ciencias

sociales. Por último, reflexionar sobre los cambios que debemos generar en el aula para que las interacciones entre todos los participantes den cuenta de características de la democracia —y no solo visos de estas, ni solo en algunos de ellos—.

Algunas de las oportunidades de mejora para el AMM están relacionadas con la participación del profesor como copartícipe y el tratamiento de las matemáticas emergentes. Pues reconocimos la necesidad de que este tenga una participación más activa, lo cual le permitiría investigar con sus estudiantes a fondo la problemática escogida por cada grupo, los datos encontrados y la información que podrían extraer de dichos datos. Por consiguiente, el profesor podría reconocer las matemáticas que emerjan en cada grupo, lo que le brindaría la posibilidad de profundizar y contextualizar —dentro de la problemática seleccionada— matemáticas ya conocidas o introducir conceptos nuevos para la clase. Estos dos aspectos permitirían abordar de mejor manera la etapa *reinterpretación de la situación soportada en consideraciones matemáticas y desarrollo del problema* (Salazar, et al., 2017).

Otro aspecto que podría mejorar significativamente el desarrollo del AMM, es lograr la participación activa de todos los estudiantes. Luego de revisar las grabaciones identificamos que el *e-Waste* no logró capturar el interés de todos, pareciese ser que esta problemática no fue *socialmente relevante* para algunos. A su vez, esto también nos permite cuestionarnos si ¿basta con cambiar la problemática para enganchar a quienes aún no lo lograban? Tal vez sí o tal vez no. Esto también nos lleva a considerar el papel tan importante que juegan las *subjetividades* de los estudiantes para relacionarse con otros.

La forma en la que se han construido los currículos —por décadas— en las diferentes asignaturas, nos ha hecho creer que la formación ciudadana es un asunto que le compete

únicamente al área de las ciencias sociales. Sin embargo, esto es un asunto que nos compete a todas las áreas, aún cuando en las prácticas este parece ser ajeno. En nuestro caso, los Estándares de Competencias Matemáticas establecen que las matemáticas juegan un papel “en la consolidación de los valores democráticos” (MEN, 2006, p.47). Solo después de ser parte de la MDM, conocer este enfoque que reconoce el carácter sociopolítico de la educación matemática y desarrollar este trabajo de grado, empezamos a reconocer la posibilidad de aportar desde nuestras prácticas a la formación ciudadana.

Las comprensiones que hemos logrado hasta el momento sobre este enfoque nos han permitido reconocer que el *conocimiento matemático*, particularmente hablando del *conocimiento reflexivo* podrían brindar a los estudiantes una competencia que les permita “reaccionar como ciudadanos críticos en la sociedad de hoy en día” (Skovsmose, 1999, p.111). Del mismo modo, teniendo en cuenta el *carácter formativo* de las matemáticas propuesto por Callejo, estas pueden apoyar la exploración de *situaciones relevantes* para los estudiantes como ciencia para “representar, comunicar, explicar o resolver situaciones, o la confianza en las propias capacidades para afrontar problemas” (2000, p.7). En el mismo sentido, estudiar este tipo de situaciones puede darle a los estudiantes un “significado en lo que están haciendo... aprender significa hacer cosas con otros” (Valero y Skovsmose, 2012, p.140). Estas ideas, nuevamente rescatan la importancia de lo sociopolítico en la educación matemática y lo que las matemáticas —diferente de otras áreas— aportan para la formación ciudadana.

Posteriormente resulta importante con el desarrollo de este trabajo de grado, procurar identificar aspectos que deben ser modificados en nuestras clases de matemáticas, con el fin de promover que las interacciones entre los participantes den cuenta de las *características de la*

democracia. Sin lugar a dudas, el primer aspecto es reconocer que la educación matemática contribuye no solo al conocer, sino también al ser. Esta experiencia nos ha permitido distinguir que “lo social antecede a lo matemático” (Gorgorió, Prat y Santesteban, 2006, citado en Camelo, 2017), por lo cual podría incorporarse la MM en la organización del currículo y del plan de estudios, no como un proyecto aislado, sino como diferentes actividades de modelación —seleccionando el *caso* pertinente de acuerdo con los tiempos disponibles— en el aula (Barbosa, 2001). Además la problemática que se aborde en el aula debe emerger del *contexto* de los participantes, son ellos quienes deben reconocerla como una problemática *socialmente relevante*.

Por otra parte, Valero y Skovsmose resaltan aspectos fundamentales que deben ser tenidos en cuenta en las interacciones entre estudiantes, y entre el profesor y sus estudiantes, para que el aula llegue a ser un espacio democrático:

Quando los estudiantes trabajan por su cuenta y el profesor quiere intervenir, los estudiantes no deberían sentir amenazada su calidad de dueños del proceso de investigación. El profesor tiene que *establecer comunicación* con los estudiantes y luego puede *cuestionarlos*... Los estudiantes pueden tratar de *identificar* fuentes para la explicación... Se pueden hacer *descubrimientos*... Durante el proceso de *negociación* en el cual se consideran varias explicaciones, es posible *pensar en voz alta*. El pensar en voz alta es una manera de proporcionar acceso público a una línea de pensamiento y se puede abrir para las negociaciones y *reformulaciones*. Se puede *evaluar* cualquier resultado de tal proceso. (2012, pp. 49-50)

Si fuese posible lograr estas interacciones entre los participantes, no solo podríamos pensar en un aula de clase que dé cabida a aspectos democráticos, sino que además estos podrían empezar a ser parte de la cultura de la clase. Más aún reconocer que la democracia es una “manera de vivir” (Valero y Skovsmose, 2012, p.13), por esta razón las *características democráticas* deberían ser parte de la cotidianidad de la clase y sobretodo del día a día de todos.

La experiencia vivida con el desarrollo de este trabajo de grado nos ha permitido vislumbrar la importancia de generar cambios en nuestras prácticas pedagógicas, con el fin de promover prácticas en el aula de matemáticas que den cuenta de *características de la democracia* que aporten al ejercicio de la ciudadanía. Pues para que el aula sea reconocida como un espacio democrático es necesario que sus miembros tengan valores democráticos representados en la *colectividad, transformación, deliberación y coflexión*, los cuales deberán convertirse “en el foco del asunto todas las actividades que ocurren entre el profesor y los estudiantes, y entre los estudiantes mismos” (Valero y Skovsmose, 2012, p. 19). Culminar esta experiencia tan solo marca el comienzo de nuevas posibilidades en nosotras, en nuestras aulas y esperamos que en las de otros; *el final es tan solo el principio*.

Bibliografía

- Ahmed, S. (2016). The Global Cost of Electronic Waste. Recuperado de <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2016/09/the-global-cost-of-electronic-waste/502019/>
- Amaya, L. (2018). Procesos de inclusión en contextos de re-educación: alternativas desde la educación matemática. Recuperado de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/14303/1/AmayaPardoLadyMarisol2018.pdf>
- Ángel, Z., y Camelo, F. J. (2010). Conocer el contexto de los estudiantes, una alternativa indispensable para la formulación de proyectos bajo un enfoque crítico. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/316522163_Conocer_el_contexto_de_los_estudiantes_una_alternativa_indispensable_para_la_formulacion_de_proyectos_bajo_un_enfoque_critico
- Araújo, J. (2012). Ser Crítico em Projetos de Modelagem em uma Perspectiva Crítica de Educação Matemática. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 26(43), 839-859. Recuperado de <https://doi.org/10.1590/S0103-636X2012000300005>
- Araújo, J. (2009). Uma abordagem socio-crítica da modelagem matemática: a perspectiva da educação matemática crítica. *Alexandria Revista de Educação em Ciências e Tecnologia*, Florianópolis, 2(2), 55-68.
- Arias, C., y Tamayo, J. (2019). Obstáculos en la búsqueda del conocer reflexivo en el grupo EMA a través de un ambiente de modelación matemática desde la perspectiva socio crítica. Recuperado de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/22924/TamayoC%C3%A1rdenasJuliethMarcela2020.pdf?sequence=1>

- Baldé, C., Forti V., Gray, V., Kuehr, R., Stegmann, P. (2017). *The Global E-waste Monitor – 2017: Quantities, Flows and Resources*. United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Vienna. Recuperado de [https://www.itu.int/en/ITU-D/Climate-Change/Documents/GEM %202017/Global-E-waste%20Monitor%202017%20.pdf](https://www.itu.int/en/ITU-D/Climate-Change/Documents/GEM%202017/Global-E-waste%20Monitor%202017%20.pdf)
- Barbosa, J. (2001). Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. Recuperado de http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/MATEMATICA/Artigo_Barbosa.pdf
- Barbosa, J. (2004). Modelagem Matemática: O que é? Por que? Como?. *Veritati* 2, 73- 80.
- Barbosa, J. (2006a). Mathematical modelling in classroom: A socio-critical and discursive perspective. *ZDM*. 38. 293-301.
- Barbosa, J. (2006b). Teacher-student interactions in Mathematical Modelling. En C. Haines, P. Galbraith, W. Blum & S. Khan (Eds.), *Mathematical Modelling: Education, Engineering and Economics* (pp. 232-240). Chichester, UK: Horwood Publishing.
- Barón, S., y Cadena, J. (2018). Escenarios de aprendizaje en la educación matemática crítica, una revisión documental. Recuperado de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/8892/1/Bar%C3%B3nVargasSoniaEdelmira2018.pdf>
- Barreto, E. (2017). Democracia en el aula de matemáticas. Recuperado de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/6282/6/BarretoGonz%c3%a1lezEdnaRocio2017.pdf>
- Bernard, H. (1994). *Research methods in anthropology: qualitative and quantitative approaches*. Second edition. Walnut Creek, CA: AltaMira Press.

- Bonilla-Castro, E y Rodriguez,P. (2005). Más allá del dilema de los Métodos. Bogotá: Editorial Norma.
- Builes, J., Monsalve, H., y Suarez, T. (2013). Formación ciudadana en la clase de matemática. Recuperado de <http://docplayer.es/91019005-Formacion-ciudadana-en-la-clase-de-matematica-javier-andres-builes-restrepo-hugo-esau-monsalve-perez-tulio-eduardo-suarez-osorio.html>
- Bustos, A., Bustos, G., y Novoa, Y. (2013). Propuesta de ambientes de aprendizaje para la promoción de la modelación matemática desde la perspectiva crítica. *Revista Científica*, 2, 240-243. Recuperado de <https://doi.org/10.14483/23448350.6549>
- Callejo, M. (2000). Educación matemática y derechos humanos. Santo Domingo: Centro Cultural Poveda.
- Camelo, F. (2017). Contribuciones de ambientes de modelación matemática a la constitución de la subjetividad política. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/321609891_Contribuciones_de_ambientes_de_modelacion_matematica_a_la_constitucion_de_la_subjetividad_politica
- Camelo, F., Mancera, G. y Salazar, C. (2017). Una mirada a la equidad en nuestras prácticas desde la dimensión política de la educación matemática. *Revista Colombiana de Educación*, (73), 283-300. Recuperado de: <https://doi.org/10.17227/01203916.73rce281.298>
- Camelo, F., Tamayo, J., y Arias, C. (2019). Antecedentes, intenciones y porvenires en el Colegio Sierra Morena IED: Un pretexto para desarrollar un ambiente de Modelación Matemática desde la perspectiva socio crítica. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publicatio>

n/333220596_Antecedentes_intenciones_y_porvenires_en_el_Colegio_Sierra_Morena_I
ED_Un_pretexto_para_desarrollar_un_ambiente_de_Modelacion_Matematica_desde_la_
perspectiva_socio_critica

Carraher, T. N., Carraher, D. W., y Schliemann, A. D. (1985). Mathematics in the streets and in schools. *British Journal of Developmental Psychology*, 3(1), 21-29. Recuperado de <https://doi.org/10.1111/j.2044-835X.1985.tb00951.x>

Colegio Nueva York CNY. (2019). *Manual de Convivencia*. Versión 13. Recuperado de <https://colegionuevayork.edu.co>

Díaz-Bravo, L., Torruco-García, U., Martínez-Hernández, M., y Varela-Ruiz, M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Revista Investigación en Educación Médica*. 02 (7). Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/3497/349733228009.pdf>

Edworthy, K. (7 de junio de 2019). *E Waste Visual Essay* [Archivo de vídeo]. Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=d8Qd_5iX0sg

Fresneda, E., Camelo, F., y Rodríguez, F. (2019). Medio ambiente: una mirada desde la competencia democrática, la modelación matemática y la investigación crítica. 9-10. 87-102. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/335754403_Medio_ambiente_una_mirada_desde_la_competencia_democratica_la_modelacion_matematica_y_la_investigacion_critica#read2:17

Forti V., Baldé C.P., Kuehr R. y Bel G. (2020). *The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential*. United Nations University (UNU)/United Nations Institute for Training and Research (UNITAR) – co-hosted SCYCLE

- Programme, International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Rotterdam. Recuperado de https://www.itu.int/en/ITU-D/Environment/Documents/Toolbox/GEM_2020_def.pdf
- García, J. (2021). La taxonomía de Bloom y sus actualizaciones. Recuperado de: <http://eduteka.icesi.edu.co/articulos/TaxonomiaBloomCuadro>
- Gil, J. (1992). La metodología de investigación mediante grupos de discusión. Enseñanza y Teaching. Revista Interuniversitaria de Didáctica Núm. 10 Pág. 199-212. Recuperado de http://e-spacio.uned.es/fez/eserv.php?pid=bibliuned:20406&dsID=metodologia_investigacion.pdf
- Gutiérrez, R. (2013). The Sociopolitical Turn in Mathematics Education. *Journal for Research in Mathematics Education*. 44 (1), 37. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/259749651_The_Sociopolitical_Turn_in_Mathematics_Education
- Guber, R. (2001). *La etnografía, método, campo y reflexividad*. Primera edición, Bogotá: Grupo Editorial, Norma.
- Herrera, M. (2006). Ciudadanía social y cultural: Perspectiva histórica y retos del aprendizaje ciudadano en el siglo XXI. *Procesos: Revista Ecuatoriana de Historia*. 23 Pág. 97-113. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/277220069_Ciudadania_social_y_cultural_perspectiva_historica_y_retos_del_aprendizaje_ciudadano_en_el_siglo_XXI_Estudios
- Hernández-Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Sexta edición. México D.F.: McGraw Hill Education.

- Kvale, S. (1996). *InterViews: An Introduction to Qualitative Research Interviewing*. SAGE Publications
- Lakatos, I. (1976). *Pruebas y refutaciones. La lógica del descubrimiento matemático*. Madrid: Alianza Universidad.
- Lave, J. (1988). *Cognition in Practice: Mind, Mathematics and Culture in Everyday Life*. New York: Cambridge University Press.
- Lerman, S. (2000). The social turn in mathematics education research. *Multiple perspectives on mathematics teaching and learning*, 19-44.
- Lerman, S. (2001). Cultural, discursive psychology: a sociocultural approach to studying the teaching and learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 46 (1-3), 87-113.
- Lizcano, F. (2012). Conceptos de ciudadano, ciudadanía y civismo. *POLIS, Revista Latinoamericana*, 11(32), . Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30524549014>
- López, N. (2005). Equidad educativa y desigualdad social. Desafíos de la educación en el nuevo escenario Latinoamericano. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000142599?posInSet=65&queryId=90b32c37-643b-4b62-8882-c74fd29f0a6>
- Marshall, C., y Rossman, G. B. (1995). *Designing Qualitative Research*. London: Sage Publications.
- Martinez, D., y Páez, O. (2013). Escenario de aprendizaje de las matemáticas: la cultura del uso y consumo del teléfono celular. Recuperado de <http://funes.uniandes.edu.co/11101/1/Martinez2013Escenario.pdf>

- Martínez, D., Páez, O., y García, G. (2013). Modelación desde la perspectiva de la educación matemática crítica. Cuestiones relacionadas con la obsolescencia. *Revista Científica*, 2, 288 - 292. Recuperado de <http://funes.uniandes.edu.co/6645/1/Garcia2013Modelacion.pdf>
- Marún, K., y Quiroz, A. (2015). El papel del consumidor frente a los RAEE y la obsolescencia programada. *Revista VIS IURIS*, (4), 55-70. Recuperado de <https://revistas.usergioarboleda.edu.co/index.php/visiuris/article/download/975/819/>
- Mejía, J. (2011). Problemas centrales del análisis de datos cualitativos. *Revista Latinoamericana de Metodología de la Investigación Social*, 1(abril - septiembre), 47-60.
- Ministerio de Educación Nacional. (1998). Lineamientos Curriculares de Matemáticas Bogotá, D.C., Cooperativa Editorial Magisterio.
- Ministerio de Educación Nacional. (2006). Estándares Básicos de Competencias en Matemáticas. Bogotá: MEN.
- Monge Acuña, V. (2015). La codificación en el método de investigación de la Grounded Theory o Teoría Fundamentada. *Innovaciones Educativas*, 17(22), 77-84. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5248462.pdf>
- Perkins, D., Brune, M., Nxele, T., y Sly, P. (2014). E-Waste: A Global Hazard. *ELSEVIER: Annals of Global Health*. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214999614003208>
- Perry, P., Guacaneme, E., Andrade, L., y Fernández, F. (2003a). La práctica del profesor de matemáticas en el aula de cara al espejo. *Magazín Aula Urbana*, (39), 8. Recuperado de <https://revistas.idep.edu.co/index.php/mau/article/view/1099>
- Perry, P., Guacaneme, E., Andrade, L., y Fernández, F. (2003b). Rutas Pedagógicas de las

- Matemáticas en colegios de Bogotá. *Magazín Aula Urbana*, (42), 4-5. Recuperado de <https://revistas.idep.edu.co/index.php/mau/article/view/1061>
- Posner, G. (2006). *Análisis del currículo. Perspectivas teóricas del currículo*. Bogotá: McGraw-Hill.
- Reyes, R. (2018). El trabajo colaborativo propiciado desde el programa pequeños científicos para fortalecer el aprendizaje significativo con estudiantes de 5° del IED la floresta sur. Recuperado de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/11627/RAE%20Y%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rochmana, F., Ashtonab, W., y Wiharjoc, M. (2017). E-waste, money and power: Mapping electronic waste flows in Yogyakarta, Indonesia. *ELSEVIER; Environmental Development*. (24), 1-8. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2211464516301129>
- Rodríguez, G., Gil, J., y García, E. (1996). *Métodos de investigación cualitativa*, Málaga, Aljibe.
- Rodríguez, C., Lorenzo, O., y Herrera, Lucía. (2005). Teoría y práctica del análisis de datos cualitativos. Proceso general y criterios de calidad. *Revista Internacional de Ciencias Sociales y Humanidades*, 15(2), 133-154. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/654/65415209.pdf>
- Rodriguez, L. (Producción ejecutiva). (2016). *Cambio ambiental (Capítulo 1)*. UNTREF MEDIA: Universidad Nacional de Tres de Febrero. Recuperado de <http://encuentro.gob.ar/programas/serie/8519/5997?temporada=1#>
- Román, I. (2015). E-Waste en Colombia. Recuperado de <https://www.gsma.com/latinamerica/wp-content/uploads/2015/02/ewaste-colombia.pdf>

- Salazar, C., Mancera, G., Camelo, F. y Perilla, W. (2017). Una propuesta para el desarrollo de prácticas pedagógicas de modelación matemática en la perspectiva socio crítica. En Encuentro Distrital de Educación Matemática EDEM-4 “Cultura, sociedad y escuela en la educación matemática del Distrito Capital”. Bogotá: Gaia.
- Skovsmose, O. (1999). Hacia una filosofía de la Educación Matemática Crítica. Bogotá: Uniandes. Recuperado de <http://funes.uniandes.edu.co/673/1/Skovsmose1999Hacia.pdf>
- Skovsmose, O. (2000). Escenarios de investigación. *Revista EMA*, 6(1), 3-26.
- Skovsmose, O. (2015) Pesquisando o que não é, mas poderia ser. en: Lopez, C., D’Ambrosio (Eds.): Vertentes da Suversão na Produção Científica em Educação Matemática. *Mercado das Letras*, 63-90.
- Valero, P. (1999). Deliberative mathematics education for social democratization in Latin America. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 99(1), 20-26.
- Valero, P. (2002). Consideraciones sobre el contexto y la educación matemática para la democracia. *Quadrante*, 11(1), 49-59. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/281438072_Educacion_matematica_y_democracia
- Valero, P. (2006). ¿De carne y hueso? La vida social y política de las competencias matemáticas. Bogotá: Foro Educativo Nacional. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/281438191_De_carne_y_hueso_La_vida_social_y_politica_de_las_competencias_matematicas
- Valero, P. y Skovsmose, O. (2012). *Educación matemática crítica: Una visión sociopolítica del aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas*. Bogotá: Uniandes. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/281438280_Educacion_matematica_critica_Un

[a_vision_sociopolitica_del_aprendizaje_y_la_ensenanza_de_las_matematicas](#)

- Valero, P., Andrade-Molina, M. y Montecino A. (2015). Lo Político en la Educación Matemática: De la Educación Matemática Crítica a la Política Cultural de la Educación Matemática. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa* 18(3), 287 - 300.
- Verdejo-García, A, y Bechara, A. (2010). Neuropsicología de las funciones ejecutivas. *Psicothema*, 22(2), 227-235. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=727/72712496009>
- Woods, P. (1987). La escuela por dentro. La etnografía en la investigación educativa. Barcelona: Paidós

De antemano agradecemos toda su colaboración, al igual que la brindada por nuestro Jefe de Área, Andrés León, quien ha trabajado con nosotras para revisar que se de cumplimiento con los requerimientos institucionales y específicos del área.

Cordialmente,

.....
Krupskaia Quintero Ramírez

.....
Sasha Rueda Cárdenas

Anexo II

Consentimiento informado para participar en estudio de investigación cualitativa

Título del Estudio: Escenario de aprendizaje para la construcción de una clase de matemáticas democrática en torno al impacto del e-Waste

Investigadores Principales: Krupskaia Quintero y Sasha Rueda (Licenciadas en Matemáticas)

Asesor: Francisco Javier Camelo Bustos (Doctor en Educación)

Institución donde se realizará el estudio: Colegio Nueva York

Estimados padres de familia:

Por medio del presente documento, usted está siendo invitado a colaborar en un estudio, adscrito a la Maestría en Docencia de la Matemática de la Universidad Pedagógica Nacional, que pretende implementar un proyecto enfocado a la formación ciudadana a través de la educación matemática, con estudiantes de grado octavo (2020) del Colegio Nueva York.

Este estudio tiene como objetivo contribuir, a partir de sus resultados, al reconocimiento del papel de la educación matemática en la formación de ciudadanos participativos, críticos y conscientes de las diferentes problemáticas existentes en la sociedad, además de entender cómo las matemáticas se convierten en un lenguaje y herramienta que les permite interpretar la realidad social con el fin de buscar alternativas para generar prácticas sociales justas.

Tomando como base la información recolectada durante la investigación, se busca renovar las prácticas de aprendizaje y enseñanza de matemáticas, por medio de escenarios de aprendizaje que le permitan a los estudiantes reconocerse como indagadores, pensadores, audaces, buenos comunicadores, equilibrados, de mentalidad abierta y solidarios.

Bajo esta investigación, es de nuestro interés solicitarle su vinculación en el proyecto, realizando las siguientes actividades:

1. Autorizar por medio de su firma la participación de su hijo(a) en el ambiente de aprendizaje que será implementado en la clase de matemáticas. Dicha autorización deberá otorgarse ANTES de la implementación de las actividades de aula y la posterior recolección de datos.
2. Autorizar la toma de vídeos y audios durante la implementación del ambiente de aprendizaje.
3. Autorizar a su hijo(a) a responder entrevistas abiertas.
4. Autorizar la observación de las investigadoras a las actividades.

Para su conocimiento, se puntualiza la siguiente información:

- La participación de los estudiantes es totalmente voluntaria.

- Los resultados del presente estudio serán de uso exclusivo de las investigadoras y posteriormente, se realizará difusión a nivel institucional y para fines meramente académicos, en los que los nombres de los estudiantes **no** figurarán, por criterios de confidencialidad en el ejercicio investigativo.
- Los resultados podrán ser utilizados solamente para su divulgación para documentos académicos.
- Las responsables de la coordinación en las diferentes fases del proyecto son las Licenciadas Krupskaja Quintero y Sasha Rueda, quienes son docentes de Matemáticas de la institución educativa Colegio Nueva York.

Beneficios

Para los participantes, este estudio no implica riesgos en términos de su integridad física y moral como estudiantes o docentes. No es pertinente garantizar beneficios inmediatos, sin embargo, los resultados de esta investigación están orientados al mejoramiento de la calidad en los procesos de enseñanza y aprendizaje en sus participantes.

Almacenamiento de los datos para la confidencialidad del proyecto

La implementación de los proyectos en aula y las entrevistas serán registradas con medios digitales y visuales, previa autorización de los participantes y posteriormente la información será tabulada, así como sus respuestas. Esta investigación hará uso de los datos obtenidos con propósitos académicos, mediante la codificación de la información y la reserva de archivos. Cualquier informe generado, incluirá los datos, sin especificar la identidad de los participantes.

Lugar y Tiempos Involucrados

La implementación de la propuesta se realizará en el transcurso del primer trimestre del año 2020, en los horarios asignados de la asignatura de Matemáticas para el grado ■■■ del colegio Nueva York en la jornada matutina. Así mismo, las entrevistas se realizarán en las instalaciones de la institución educativa.

Derechos de los participantes

- He resuelto las dudas sobre el estudio, a partir de la lectura y discusión de sus características fundamentales. Se me han facilitado espacios de preguntas acerca de los objetivos y procesos en los que seré participante.
- Mi participación es voluntaria. Tengo la opción de negarme a participar o en caso dado, renunciar a mi participación, sin perjuicio de mi condición como estudiante o docente.
- Cualquier información obtenida del estudio, que me identifique a nivel personal, no será publicada sin mi consentimiento explícito.

- Si eventualmente considero necesario comunicarme con las investigadoras para resolver posibles dudas, o manifestar comentarios sobre el estudio, podré hacerlo mediante el acceso a los datos de contacto de las mismas.
- Me será entregada una copia del presente consentimiento informado.
- Mi firma manifiesta mi voluntad de que mi hijo(a) participe en este estudio y mi consentimiento a la filmación de las actividades en las que esté involucrado(a).

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, _____ identificado(a) con C.C. N° _____, y yo, _____ identificado(a) con C.C. N° _____, mayores de edad y representantes legales del estudiante _____ consentimos la participación de mi hijo(a) en el estudio titulado “*Escenario de aprendizaje para la construcción de una clase de matemáticas democrática en torno al impacto del e-Waste*”. El objetivo y procedimientos del mismo fueron explicados con claridad por las investigadoras principales, Krupskaja Quintero y Sasha Rueda.

Nombre del participante: _____

Firma de autorización de acudientes legales: _____

Fecha: _____ / _____ / _____