

Media. EEM.

Palabras clave: Matemática transversal. Educación integral. Pedagogía emancipadora.

## **Matemática transversal y popular para repensar la escuela**

**Pablo Ferrari<sup>1</sup>**

### **Fundamento y marco teórico**

La matemática, como todo producto social, surgió de la práctica cotidiana y la necesidad de los seres humanos. Con el tiempo fue desarrollándose y siendo objeto de estudio específico y diferenciado en las élites de las sociedades que lo abordaban. La Primera Revolución Industrial y, en particular, la Segunda, requirieron que porciones crecientes de la sociedad estuviesen en condiciones de trabajar en la producción industrial, para lo que se necesitaba que fueran alfabetizadas y contaran con rudimentos de ciencias naturales y matemática, *cálculos* en particular. Comenzó enseñándose como un conjunto de técnicas, de algoritmos para calcular, sin el ambiente de enseñanza-aprendizaje para aprehender elementos de una ciencia. De alguna manera, este clima perdura hasta hoy y genera rechazo en una parte significativa de la sociedad, convirtiendo esta ciencia en un “cuco” por lo aburrido de la repetición y la falta de comprensión de las acciones que se ejecutan.

En pedagogía en general y en niveles preuniversitarios en particular, si bien se debe estimular y desarrollar el pensamiento científico, no se “enseñan” ciencias sino una trasposición didáctica de éstas, que es lo que debe desenvolverse en el espacio áulico.

Por último, señalamos que en el diseño curricular de matemática para escuelas

---

<sup>1</sup> Trabajador y militante popular. Se desempeña como profesor de Matemática en la EEM N° 7, D.E. 9, “María Claudia Falcone”. Es delegado de UTE-CTERA desde 2016. También ejerce como docente de Introducción a la Economía Política en la Universidad Nacional de Avellaneda y ha publicado diversos trabajos como economista.

medias --Diseño Curricular Nueva Escuela Secundaria de la Ciudad de Buenos Aires, 2015, [https://www.buenosaires.gob.ar/areas/educacion/nes/pdf/2015/NES-Co-formacion-general\\_w.pdf](https://www.buenosaires.gob.ar/areas/educacion/nes/pdf/2015/NES-Co-formacion-general_w.pdf)-- no existen orientaciones de Educación Sexual Integral (ESI) específicas, no obstante que ésta es obligatoria y transversal.

Sin negar la importancia de arribar a conceptualizaciones intramatemáticas, es fundamental el objeto al cual se aplica la matemática y la forma en que se manifiesta.

### **Objeto de estudio de la matemática**

Aunque *no exclusivo*, *el principal* objeto de estudio de la matemática es la magnitud. Toma la cantidad y deshecha la cualidad: trata sobre la cantidad pura. Analiza las distintas formas en que se relacionan las magnitudes.

Las dos grandes corrientes que atraviesan la pedagogía de la matemática son la abstracta tradicional y la enseñanza de la matemática a través de la resolución de problemas. Esta última intenta reproducir ciertas condiciones de la actividad específicamente matemática, es decir, la utilización de la matemática para comprender y resolver *un problema práctico*.

La enseñanza de la matemática de manera teórica, con la modalidad de la “educación bancaria”, al decir de Paulo Freire, no es un medio pedagógico idóneo y aun menos puede ayudar a las grandes mayorías.

A modo de ejemplo, tanto la teoría como el solfeo contribuyen a la *práctica* musical, que es el objetivo; deformar este vínculo en detrimento de la práctica genera rechazo y requiere una actitud relativamente pasiva por parte de quien la “aprende”. Continuando con la analogía de la música, podemos afirmar que cada región del mundo y cada generación tienen *su* música, que responde a un sinnúmero de factores socioculturales.

Si pueden recrearse problemas que den cuenta de intereses de los adolescentes, la matemática se propone como una ciencia necesaria, útil e imprescindible para tratarlos. No siempre es posible o, al menos, no siempre existen los mismos grados de libertad según sea la rama de la matemática que debe abordarse. Es importante *practicar la creación* de este tipo de problemas.

Cabe la siguiente distinción: un ejercicio es un dispositivo para ejercitar y afianzar una técnica y dominar un objeto matemático; una aplicación es un dispositivo cuya forma es una situación concreta que requiere ser traducida a un objeto matemático que se está exponiendo para luego resolver; el alumnado debe utilizar ese objeto para resolver esa situación. Un problema es una situación cuya resolución no implica un solo camino, una sola técnica, ni queda explícita la forma en que debe ser

abordado. El primer paso es lograr entenderlo para luego poder ser observado como una aplicación.

Debido a que las aplicaciones y los problemas suelen ser *evocados* por *la historia* extramatemática que exponen, pueden ser muy instructivos si se los crea tomando aspectos matemáticos que representan novedades o dificultades adicionales. Son determinantes las búsquedas, los intentos y ensayos para la creación de estos ambientes de enseñanza-aprendizaje que contribuyan al acercamiento a los conocimientos matemáticos y su proceso de internalización. Por otro lado, el debate sobre determinadas situaciones sociales permite un clima *multidimensional* en la *formación* del alumnado y les docentes.

### **Problemas en acción**

Para ejemplificar la conceptualización que acaba de exponerse, presentaremos una cronología de hechos en torno a un problema.

#### ***Histograma de una muerte anunciada***

El día que lo iban a matar, Santiago Nasar se levantó a las 5.30 de la mañana para esperar el buque en que llegaba el obispo.

A las 6 AM salió de su casa y caminó a velocidad constante una hora hasta la parada del colectivo que estaba a un kilómetro de su casa. Lo esperó media hora y lo abordó. El viaje fue a velocidad constante, duró una hora. Recorrió cuatro kilómetros. Bajó, ingresó a una taberna y pidió un trago. Luego solicitó un trago más. Cada media hora, bebió un trago. Permaneció allí exactamente seis horas. Antes de salir, miró para ambos lados de la calle, observó la vereda de enfrente y analizó de manera pormenorizada cada ventana de los edificios. No encontró nada raro. Caminó un kilómetro por el mismo camino por el que había llegado y lo hizo en una hora. Inmediatamente abordó un taxi que en media hora recorrió cuatro kilómetros por el mismo camino por el que había venido por la mañana. Allí fue interceptado por los hermanos Vicario (Pedro y Pablo), que sacaron un revólver e hicieron fuego, fulminándolo al instante.

Se pide:

- a) Realizó el histograma de este día en la vida de Santiago, señalando todos y cada uno de los detalles del gráfico. Es un dato clave para los peritos y para la investigación policial.
- b) Calculó a qué hora murió Nasar y a qué distancia de su casa.

- c) ¿Cuánto tiempo transcurrió desde que salió de su casa hasta que murió?
- d) ¿Cuánto tiempo transcurrió desde que se despertó hasta que murió?
- e) El investigador Auguste Dupin intuye que es necesario saber cuál fue la totalidad de kilómetros que recorrió Nasar durante la jornada y necesita tu colaboración.

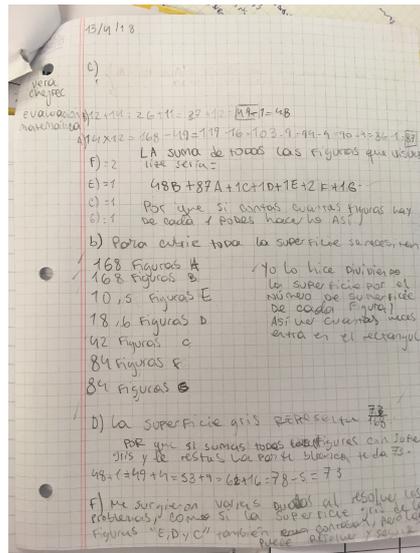
El primer párrafo de esta aplicación es como comienza *Crónica de una muerte anunciada*, de Gabriel García Márquez. A modo de ejemplo, por incluir este magnético párrafo de una de las plumas magistrales de América Latina en la Unidad 4 de primer año, una alumna comentó que le preguntaría a su madre si lo tenían en su casa. Al día siguiente, la alumna estaba leyéndolo. También consultaron por Auguste Dupin, dando lugar a hablar de Edgar Allan Poe. Ambos autores fueron trabajados de manera articulada con el profesor de Lengua de este curso.

Desde el punto de vista matemático, el histograma no ofrece dificultades importantes para su resolución, aunque es completo en tanto implica un proceso de ida y vuelta, con diversas velocidades y lapsos de tiempo e intervalos de reposo. Sin embargo, el contexto de acción e investigación despierta excitación en buena parte del alumnado, saben que suelen utilizarse técnicas científicas para la resolución de este tipo de situaciones por verlas en distintas series de televisión. Quienes primero esclarecen los datos del crimen se entusiasman, pero deben permanecer en silencio para no anticipar la aplicación matemática.

### **La bitácora**

Todos los días, y en las evaluaciones escritas en particular, se pide que realicen una bitácora. Denominamos bitácora al registro de la cronología de ideas que se presentan en el camino de la resolución de un problema. Se insiste en que las hipótesis, intuiciones, ideas desechadas y los errores deben quedar registrados porque *son parte del camino específico de la resolución* del problema. De este modo, se establece que, casi siempre, el error es un eslabón necesario en el camino del conocimiento.

Por otro lado, se intentará verbalizar pensamientos no verbales. El registro exige una mayor autoconciencia y claridad de ideas, que es parte de la actividad matemática.



Bitácora de la evaluación de la Unidad 1, números enteros, de primer año.

## Evaluación y rúbrica

Si bien los temas se van integrando, cada unidad tiene un foco distinto. Al comenzar la unidad, se aclara cuál es su eje.

La rúbrica es un instrumento de evaluación indispensable para separar los distintos aspectos que se ponen en juego. Hay elementos comunes a todas las unidades, como la comprensión de un texto o de un problema, la exploración, la modelización de un problema, la resolución --que suele entrañar diversas técnicas matemáticas--, junto a la validación, la anticipación y la generalización. En cada evaluación escrita aparece una rúbrica que el alumnado conoce con antelación. En realidad, hay dos: una de evaluación del docente y una de *autoevaluación* de cada alumno.

En general, el "nivel" que se asigna en las autoevaluaciones están por debajo de las evaluaciones. Este fenómeno facilita que no existan tensiones en el pasaje siempre más difuso de la evaluación a la calificación.

RUBRICA PARA AUTOEVALUACION DE CADA ALUMNE				
	Siempre	Casi siempre	A veces	Nunca
Entiende el texto				
Entiende el problema				
Modela matemáticamente				
Calcula media				
Distingue media, moda y mediana				
Calcula porcentaje				
Expresa sus ideas por escrito				
Realiza bitácora				

Ejemplo de una rúbrica para la Unidad 9, probabilidad y estadística, de primer año.

## **A modo de conclusión**

Las aplicaciones son una mediación entre los problemas y la utilización de la matemática para resolverlos. La repetición de una técnica algorítmica para la resolución de ejercicios genera rechazo en la mayor parte de la población. En la vida real no hay ejercicios sino problemas.

La especificidad de la matemática que se propone no pasa solo por su condición de matemática aplicada sino también por el tipo de contexto, relacionado con alumnas concretas, alumnos concretos, nuestros alumnos. No son problemas de una vida cotidiana general y abstracta sino de aquella que está en la cabeza y el cuerpo de nuestros alumnos.

Este camino también puede conducir a debates, reflexiones y a la formación de valores e intercambios sobre las contradicciones de la vida real.

En la medida en que estos contextos son más significativos, permiten prestar mayor atención a la matemática y a su aprendizaje. De este modo, el desafío docente se intensifica e invita a volcar un lado de creatividad constante porque la cabeza solo piensa cuándo y dónde los pies caminan. El desafío es doble porque se presenta en una realidad compleja y en ocasiones rutinaria debido a las condiciones sociales generales y específicas, y a la cantidad de horas de trabajo docente para tener un salario que satisfaga necesidades básicas esenciales.

***Matemática transversal y popular para repensar la escuela, Pablo Ferrari.***

**ANEXO VIRTUAL**

### **Problema 1**

*“Si el salario del hombre es en promedio un 25 por ciento mayor al de la mujer, ¿cuánto menor en términos porcentuales es el salario de la mujer respecto al del hombre?”*

La intención pedagógica de este problema es, por un lado, trabajar con números racionales y expresiones porcentuales, en particular, cambiando la referencia del cálculo –que suele ser “traumático” en el marco de la Unidad 2 del Diseño Curricular Nueva Escuela Secundaria de la Ciudad de Buenos Aires, 2015–, por otro, hacer referencia a la discriminación de la mujer en una sociedad machista respecto de la remuneración en particular.

Desde el punto de vista matemático, la primera intuición es afirmar que, si el hombre gana un 25% más que la mujer, la mujer gana un 25 % menos que el hombre.

Luego de un lapso de intercambios colectivos sobre el problema, y después de preguntar por qué, el docente interviene destacando que, en el primer caso, se afirma “más que la mujer” y, en el segundo, “menos que el hombre”. Es decir, en el primer caso, la referencia es la mujer y, en el segundo, el hombre.

“Profe, ¿cuál es la trampa?”, suele aflorar por parte de los alumnos. “No hay trampa”, es la respuesta.

Una de las formas de intervención más relevante es preguntar cómo traducirían el texto al lenguaje matemático. No es sencillo. Se interviene proponiendo varios ejemplos hasta que se llega a la conclusión de que, por ejemplo, el doble *de* cuatro puede matematizarse como  $2 \times 4$  y la mitad *de* cuatro, como  $\frac{1}{2} \times 4$ . Esto da la pauta que cuando aparece la palabra “de”, es probable que se esté en presencia de una multiplicación. Por otro lado, se dan ejemplos del siguiente tipo: dos es más grande *que* uno y uno es más grande *que* dos, etc. La intención es arribar a la conclusión de que la magnitud posterior a la palabra “que” es la referencia. Entonces, no es lo mismo afirmar que el hombre gana más que la mujer o que la mujer gana menos que el hombre, porque en el primer caso la referencia es la mujer, y en el segundo, el hombre.

En la expresión fraccional de los números racionales, el número de arriba de la raya se llama numerador y el de abajo, denominador. El denominador es la referencia. El hecho de que el hombre gane un 25 por ciento más que la mujer, puede expresarse como  $(25+100) / 100$ . Como en ambos casos el hombre y la mujer ganan lo mismo, si la referencia pasa a ser el hombre, luego de debates y exploraciones siempre alguien sugiere invertir los números, pasando a la expresión  $100 / 125$ ; si se realiza la división (otra forma de expresión del mismo número racional), el resultado es 0,8. Como previamente se practicó obtener la expresión porcentual de un número racional (multiplicando por 100), se realiza la operación siguiente:  $0,8 \times 100 = 80$ . Por tanto, la mujer gana el 80 por ciento de lo que gana el hombre.

Se interviene recordando que *la referencia es la totalidad, el ciento por ciento*, y luego preguntamos cuánto menos es 80 que 100. La respuesta del alumnado es instantánea: 20. A continuación, se alumbran muchos ojos y se escucha algún grito: “¡Profe, la mujer gana el 20 por ciento menos que el hombre!”.

De este modo, se trabajan distintas expresiones de los números racionales, la función del numerador y el denominador, el pasaje de una expresión decimal a una porcentual y el hecho de que todas estas *formas diversas* representan el *mismo número*.

Por otro lado, se discute sobre la conveniencia de utilizar distintas expresiones según el caso. Además, compartimos que es importante tener intuiciones, pero muchas veces las intuiciones no conducen a respuestas acertadas.

También aparece, en esta unidad de números racionales, la irracionalidad de que el hombre gane más que la mujer o la mujer menos que el hombre por realizar el mismo trabajo, un trabajo equivalente o igual trabajo.

Realizando los cálculos necesarios, se llega a la conclusión de que la mujer gana el 20 % menos que el hombre.

Luego, se suscita el debate de por qué el hombre gana más que la mujer, si siempre fue así, si esta situación puede cambiar, cómo avanzaron los derechos de la mujer en el tiempo a través de las luchas y que aún falta mucho por hacer, cómo se expresa el machismo en la escuela y en el curso.

Esta conclusión “no intuitiva” impacta en el estudiantado, que luego evoca este razonamiento como “el problema de que el hombre gana más que la mujer”.

## **Problema 2**

Mariana y Jérica van al mismo colegio y allí se habla poco de Educación Sexual Integral (ESI) porque no hay capacitación en servicio para docentes. Ambas, charlando, se cuentan que están embarazadas, no tienen pareja estable y no quieren ser mamás a los 14 años. No les gusta la idea para nada, pero prefieren interrumpir sus respectivos embarazos. Mariana recurre a su madre, quien dispone de \$ 40.000 para ir a una clínica privada. Tanto la mamá como el papá de Jérica fueron despedidos de sus respectivos empleos. Una vecina del barrio conoce “una forma casera para abortar”. El 15 de agosto de 2018, Mariana parte de su casa hacia la clínica, que queda a 10 kilómetros. Demora un día en llegar. Permanece allí un día. Vuelve a su casa, también en un día.

Jérica sale de su casa el 16 de agosto y tarda en llegar medio día a la casa de la amiga de la vecina, que queda a 5 kilómetros. Permanece allí un día y, tras una complicación, el SAME va a buscarla, recorre 10,5 kilómetros en medio día hasta el hospital, y allí queda internada en terapia intensiva dos días. Sale de terapia y queda internada tres días más ‘hasta que se recupere’. Se recupera y vuelve a su casa en un día, que se encuentra a 7 kilómetros del hospital.

Se pide:

a) Realizá en un solo histograma con ambas trayectorias, cada una con color diferente y especificando a quién representa cada color. Indicá lo que representa cada eje y en qué unidad se mide.

- b) Luego de que Mariana y Jérica partieron de su casa, ¿en algún momento recorrieron la misma distancia? ¿Por qué?
- c) ¿Qué distancia recorrió cada una hasta la/s intervención/intervenciones?
- d) ¿Qué distancia recorrió cada una de vuelta de la/s intervención/intervenciones hasta su casa?
- e) ¿Qué distancia recorrió cada una en total desde que salió hasta que llegó su casa?
- f) ¿Cuánto tiempo en total tardó cada una desde que salió de su casa hasta que llegó?
- g) ¿En qué fecha llegó a su casa cada una?

La intención de esta aplicación es, por un lado, que les alumnos puedan construir y leer un histograma para la Unidad 4 de primer año de Escuelas Medias, referida a gráficos; por otro, fue propuesto en el marco del intenso debate social y parlamentario en torno al IVE.

La construcción de la trayectoria de la adolescente de menores recursos presenta mayores obstáculos para su construcción y su lectura, acorde con las dificultades que presenta su vida. Ambas trayectorias presentan momentos de suba, baja y estabilidad, lo que permite observar las relaciones de las dos dimensiones tomadas en cuentas: tiempo y espacio en este caso.

Respecto al tema de la interrupción del embarazo, se recrean los mismos debates que en la sociedad, aunque con menor profundidad de densidad y complejidad argumental.

La intervención del docente al respecto no intenta tomar partido por “aborto sí o aborto no” sino por el hecho de que la interrupción del embarazo es un hecho social incontrastable y que sus consecuencias son estadísticamente muy diferentes de acuerdo con la condición económica de la mujer involucrada en una u otra situación.

Adicionalmente, destacamos la introducción de una de las formas del lenguaje “inclusivo” o “no sexista” y el tema de los cuidados anticonceptivos como parte de la ESI.

### **Problema 3**

En 2016, el salario docente aumentó un 35 por ciento –o sea, que se multiplicó por 1,35– mientras que en el mismo período los precios se incrementaron un 40 por ciento. En 2017, lo hicieron un 30 y 35, respectivamente. En 2018, 35 y 45 por ciento,

y en 2019, 30 y 40. Realizar ambas trayectorias con colores diferentes en el mismo gráfico.

Además de trabajar con procesos e incrementos con números racionales, esta situación fue expuesta ante cada conflicto docente por mejoras salariales.

#### **Problema 4**

En la antigua democracia griega, “cuna” de la sociedad occidental, la mayoría de la población era esclava y las mujeres no tenían lugar en las tareas “importantes”. En la *Ilíada*, Homero escribe sobre Aquiles y Patroclo, quienes eran pareja, al igual que Asópico y Cafisodoro y muchos otros hombres en tareas intelectuales o en el ejército. Algunas fuentes indican que en el 800 a.C. Aquiles tenía 30 años y que en el 780 a.C. Patroclo cumplió 55 años.

- a) ¿En qué año nacieron Aquiles y Patroclo?
- b) Si se conocieron en el 805 a.C. ¿qué edad tenía cada uno?
- c) Si su relación duró una década, ¿en qué año dejaron de estar juntos y qué edades tenían?
- d) ¿En algún momento de su vida, alguno duplicó la edad del otro? Fundamentar la respuesta, y en caso de ser afirmativa, indicar cuándo.
- e) Modelar matemáticamente cada situación, calcular la solución y explicarla brevemente en forma oral.

#### **Problema 5**

George Sand fue una mujer escritora que firmaba como hombre porque en aquel entonces no se admitía que la mujer se ocupara en determinadas actividades. Su verdadero nombre era Amantine Aurore Lucile Dupin (1804-1876). Entre sus novelas más exitosas se encuentran *Indiana* (1832), *Lélia* (1833) y *El compañero de Francia* (1840). Establó relación con el compositor Frédéric Chopin (1810-1849), quien compuso el “Estudio Revolucionario” en 1831 y lo dedicó a los miles de compatriotas que se levantaron contra el dominio del Zar en su Polonia natal un año antes.

- a) ¿Qué edad se llevaban la escritora y el compositor?
- b) ¿Qué edad tenía la escritora cuando los polacos se levantaron?
- c) ¿Es verdad que diez años antes de que el músico compusiera el estudio, a ella le faltaban 3 años para cumplir 20?
- d) Ordenar los acontecimientos en una línea de tiempo.

- e) Modelar matemáticamente cada situación, calcular la solución y explicarla brevemente en forma oral.

### Problema 6

Mercedes Sosa editó el disco *Mujeres Argentinas* en el año 1969. Una de las canciones está dedicada a Juana Azurduy (1780-1862), una patriota del Alto Perú que luchó en las Guerras de Independencia Hispanoamericanas por la emancipación del Virreinato del Río de la Plata contra el Reino de España. Juana asumió la comandancia de las guerras que conformaron luego la denominada Republiqueta de La Laguna. Se casó con Manuel Padilla en 1805. En 1812 Padilla y Azurduy se pusieron a las órdenes del general Manuel Belgrano, nuevo jefe del Ejército Auxiliar del Norte. En 1825 el libertador general Simón Bolívar, luego de visitarla y ver la condición miserable en que vivía, avergonzado, la ascendió al grado de coronel y le otorgó una pensión. Luego de la visita le comentó al mariscal Antonio José de Sucre: “Este país no debería llamarse Bolivia en mi homenaje, sino Padilla o Azurduy, porque son ellos los que lo hicieron libre”.

Se pide:

- a) ¿Cuántos años después de que Bolívar hablara del nombre del país, Bolivia, Mercedes Sosa editó el disco?
- b) ¿Cuántos años antes de que se editara *Mujeres Argentinas* había muerto Juana Azurduy?
- c) ¿Es verdad que diez años antes de que Juana se casara, faltarían menos de 150 años para que pueda escucharse el disco?
- d) Ordenar los acontecimientos en una línea de tiempo.
- e) Modelar matemáticamente cada situación, calcular la solución y explicarla brevemente en forma oral.