

El Índice de Masa Corporal. Una experiencia de modelación y uso de modelos matemáticos para el aula de clase

Mónica Marcela Parra-Zapata
Johana Natalia Parra-Zapata
María Camila Ocampo-Arenas
Jhony Alexander Villa-Ochoa
(Universidad de Antioquia. Colombia)

Fecha de recepción: 13 de octubre de 2015
Fecha de aceptación: 29 de febrero de 2016

Resumen

En este artículo presentamos una experiencia de modelación matemática en la Educación Primaria la cual se orientó por la perspectiva socio-crítica de la modelación matemática. La experiencia tuvo como propósito que los estudiantes trabajaran en el aula de clase con problemas de su realidad, para lo que propusimos el uso y análisis de un modelo matemático para calcular el Índice de Masa Corporal. A partir del trabajo realizado en el aula de clase los estudiantes reflexionaron con relación al papel de algunos conceptos matemáticos en la actividad realizada y en la sociedad, además establecieron relaciones de los conceptos matemáticos involucrados en la situación con algunas de sus prácticas cotidianas, lo que les permitió cuestionarse respecto a las prácticas de su contexto, especialmente las que se relacionan con hábitos alimenticios.

Palabras clave

Educación Matemática, modelación matemática, perspectiva socio-crítica, participación, índice de masa corporal.

Title

Body Mass Index. A Proposal of Mathematical Modelling for The Classroom

Abstract

In this article, we present a mathematical modelling experience for Basic Primary Education, based on Socio-critical perspective of mathematical modelling. The work of students in the classroom with problems of their reality was the purpose of this experience, for what we proposed the use and analysis of a mathematical model to calculate the Body-Mass Index. During the work in the classroom, the students reflected on the role of some mathematical concepts in the activity and in society. In addition, they established relations between mathematical concepts involved in the situation and some of their daily practices. It allowed them to ask themselves about the practices of their context, especially those related to eating habits.

Keywords

Mathematics Education, Mathematical Modelling, Socio-critical Perspective, Participation, Body Mass Index.

1. Introducción

En las clases de matemáticas generalmente se favorece la resolución de problemas matemáticos rutinarios, que se limitan a técnicas y algoritmos, en ambientes que se alejan de los contextos cercanos de los estudiantes. Como lo plantean Santos y Bisognin (2007) este tipo de problemas no son



significativos para los estudiantes porque no les permiten conectar las necesidades de los contextos en los que se desenvuelven con los problemas trabajados en el aula de clase.

En algunas ocasiones, cuando un problema de la vida real se discute en el aula de clase de matemáticas, suele ser un problema bastante artificial creado con el propósito de introducir un tema o de aplicar algún contenido ya estudiado. Este tipo de prácticas hace que sea difícil mostrar a los estudiantes otras aplicaciones del área que los lleven a reflexionar acerca de sus contextos y situaciones más cercanas (Santos y Bisognin, 2007).

El interés por estudiar fenómenos de la realidad, de diversas ciencias, en las aulas de clase de matemática ha conllevado a que la modelación matemática se consolide como una alternativa para que los estudiantes se involucren de manera activa en su proceso de aprendizaje a partir de situaciones de su vida cotidiana. De esta manera, se deja de lado la idea de que el docente es el único poseedor del conocimiento y, en consecuencia, el aula de clase se convierte en un espacio en el cual dialogan las ideas. Las condiciones expuestas permiten que las ideas de los sujetos involucrados en este proceso aporten en la producción de conocimiento matemático.

En nuestras búsquedas por integrar la modelación matemática en las aulas de clase, hemos encontrado diversidad de formas, diseños y actuaciones para la gestión de la clase con modelación matemática. De acuerdo a ello entendemos la modelación matemática como todos aquellos procesos que relacionan el mundo real y las matemáticas y que implican el estudio de diferentes fenómenos de la realidad con el uso de las matemáticas, en ese sentido el fenómeno que se estudia puede ser tomado de cualquier ciencia. De allí, asumimos la modelación matemática como un ambiente en el que se propicia que los estudiantes indaguen o investiguen cuestiones propias de su realidad mediante las matemáticas (Barbosa, 2001); en ese ambiente se promueve la interacción de los estudiantes con sus pares y la reflexión y discusión en torno a la resolución de problemas de la realidad (Araújo, 2009). También hemos reconocido que con el propósito de establecer relaciones entre la “realidad y las matemáticas” los estudiantes no siempre se deben involucrar en la producción de modelos matemáticos, sino también en el uso y estudio de modelos matemáticos ya existentes en la literatura o en las diferentes ciencias. Así el uso y el análisis de modelos lo entendimos como una actividad en la que se retoman bien sea de la literatura o de la cotidianidad un modelo matemático previamente construido para comprender cada uno de sus componentes en términos del fenómeno que se modela, a través del estudio de estos modelos se busca el reconocimiento de las limitaciones y la interpretación de las soluciones que se puedan desprender del estudio de dicho modelo (Soares y Javaroni, 2013).

En coherencia con estas ideas propusimos a un grupo de estudiantes de quinto grado (10-12 años) estudiar a partir de las matemáticas un fenómeno de su realidad; el fenómeno estudiado en esta experiencia proviene de las ciencias naturales, el cual es estudiado y analizado por medio de las matemáticas y tiene que ver con el uso y estudio del modelo matemático del Índice de Masa Corporal (IMC) de Quetelet.

Para dar cuenta de lo anterior este artículo se compone de cuatro apartados. En el primer apartado presentamos los referentes conceptuales que apoyan la experiencia de modelación matemática. En el segundo apartado reportamos el camino metodológico de la experiencia de modelación matemática. En el tercer apartado presentamos elementos del trabajo realizado por los estudiantes, y mostramos las discusiones y los análisis que surgen. Por último, en el cuarto apartado presentamos las consideraciones finales.

2. Modelación matemática en la perspectiva socio-crítica y el cálculo del IMC

A menudo las matemáticas son consideradas por los estudiantes como un conjunto de distintos temas que están fragmentados y no se les presentan situaciones en las que tengan la necesidad de relacionar diferentes contenidos. En la vida real, sin embargo, las situaciones problemáticas que se nos presentan no están generalmente bien definidas y frecuentemente tenemos que aplicar ideas y conceptos de un área para resolver los problemas que surgen en otro (Santos y Bisognin, 2007). A partir de la elección de un fenómeno o tema a estudiar se hace una exploración, comprensión, análisis e investigación. De esta forma, la modelación matemática y el uso de los modelos matemáticos posibilitan, entre otros asuntos, que los estudiantes generen interrogantes de situaciones de su contexto y presenten diferentes formas de representar las problemáticas en términos matemáticos, y que a partir de esto se acerquen a ideas para ofrecer una solución o posible solución del problema.

Para hablar de modelación matemática en el aula de clase, centramos nuestros intereses en la perspectiva socio-crítica de la modelación matemática (Kaiser y Sriraman, 2006), como una aproximación teórica y metodológica que permite relacionar de diversas formas diferentes situaciones del entorno de los estudiantes.

Conforme mencionamos anteriormente, comprendemos la modelación matemática como un proceso en el que, a partir de las matemáticas, se estudia un fenómeno de la realidad; así la modelación matemática es un “ambiente de aprendizaje que invita a los estudiantes a indagar o investigar, por medio de la matemática, con situaciones de referencia en la realidad” (Barbosa, 2001, p. 31). En este sentido, permite a los estudiantes incluir diferentes modos de explicar y entender la realidad presente en el problema. Estas explicaciones y comprensiones pueden utilizarse para abordar y relacionar otras situaciones que se presenten en su cotidianidad.

Los ambientes de modelación matemática reconocidos en la perspectiva socio-crítica son espacios en los que se propone a los estudiantes, reunidos en grupos, utilizar las matemáticas para resolver algún problema con origen en la realidad; de tal manera que esa resolución sea problematizada y cuestionada (Araújo, 2009). En este sentido los ambientes de modelación matemática permiten que se generen con los estudiantes reflexiones constantes vinculadas con las matemáticas que utilizan. Dicha reflexión permite reconocer cómo las matemáticas pueden ayudar a resolver la situación o problemáticas con las que los estudiantes se enfrentan a diario.

En esta experiencia diseñamos una situación en la que usamos y estudiamos el modelo matemático del IMC. Este índice fue desarrollado por el matemático Lambert Adolphe Quetelet en el siglo XIX. Este matemático se basó en el peso y la talla de los sujetos para determinar si el peso de la persona es adecuado. El IMC es un indicador simple que permite analizar el estado nutricional de un sujeto, pero que no define la composición corporal del mismo, es decir, puede arrojar el déficit o el exceso de peso, pero no diferencia la masa grasa y la masa libre de grasa. Este indicador se calcula al dividir el peso de una persona en kilogramos por el cuadrado de su estatura en metros (kg/m^2).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) realizó un estudio multicéntrico entre los años 1997 y 2003, que tuvo como objetivo suministrar datos que describieran cómo deben crecer todos los niños y niñas hasta los cinco (5) años de edad en óptimas condiciones de nutrición, medio ambiente y cuidado en salud. En el año 2007, la OMS publicó un patrón de referencia para el grupo de 5 a 18 años, en el cual se fusionaron los datos del patrón internacional de crecimiento del NCHS / OMS de 1977, con la muestra transversal de los patrones de crecimiento para menores de 5 años. En este estudio se relaciona el IMC con la edad y se interpreta según la desviación estándar arrojada. En Colombia se adopta este estudio para su población por medio de la resolución 2121 de 2010 del Ministerio de Protección Social. Para una mejor visualización de la interpretación de la desviación



estándar el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF) generó en el 2012 gráficas que relacionan el IMC/Edad.

Para analizar la relación del peso y la estatura en el grupo de edades de 5 a 18 años, el único parámetro que se utiliza es el IMC/Edad. El valor hallado para el IMC es analizado en las gráficas de IMC/Edad, las cuales varían según la edad y el género. Esta variación se da porque existen diferencias relacionadas con el sexo que son evidentes en el momento de nacer.

Cattani (2007) plantea que generalmente, el género masculino tienen talla y peso mayores que el femenino; sin embargo, esta diferencia disminuye después progresivamente y casi no se aprecia al año de edad. Las variaciones más notables en cuanto a sexo son las que ocurren durante la pubertad que es el período final del crecimiento y maduración del niño en el que se alcanza la capacidad reproductiva. La aceleración del crecimiento lineal es una de las manifestaciones en el desarrollo puberal en las niñas. Hay además, aumento de peso y de proporción de grasa corporal. Las niñas alcanzan un pico máximo de crecimiento de 8,5 cm al año al inicio de la pubertad. Mientras que el pico de máxima velocidad de crecimiento en los niños ocurre hacia la mitad de la pubertad y la velocidad de crecimiento es aproximadamente de 9,5 cm/año.

Una vez calculado el IMC, se emplean gráficas que muestran canales de crecimiento destacados con curvas. Las gráficas las presentamos en las figuras 1 y 2.

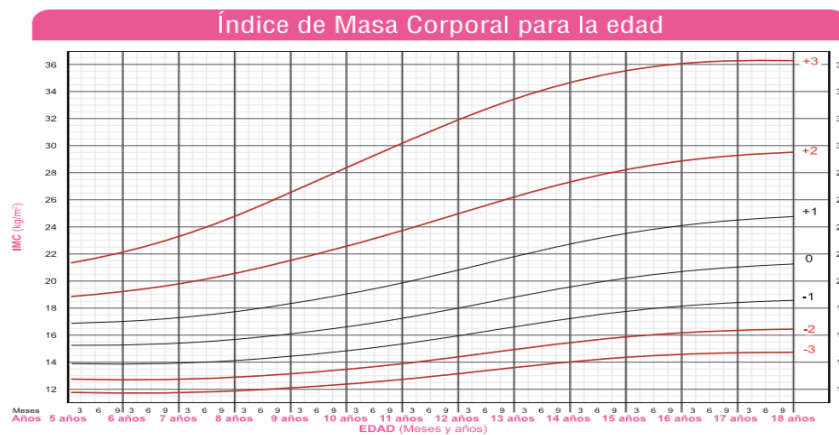


Figura 1. IMC/Edad para niñas entre los 5 y los 18 años. Tomado de ICBF (2012)

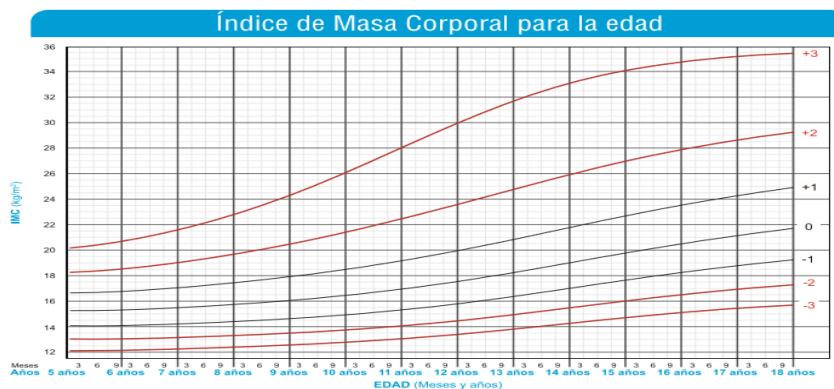


Figura 2. IMC/Edad para niños entre los 5 y los 18 años. Tomado de ICBF (2012)

La mediana de cada indicador de acuerdo a la referencia OMS (2007) aparece representada en la gráfica por una línea más gruesa y se identifica por el número cero (0). Las líneas más finas situadas sobre la mediana corresponden a desviación estándar de +1, +2 y +3 y por debajo de la mediana a desviación estándar de -1, -2 y -3. La zona de desviación estándar entre + 1 y - 1 corresponde al rango en el que se espera ubicar la mayor parte de los niños (Ministerio de la Protección Social de Colombia, 2010).

La interpretación de las gráficas se realiza a partir la desviación estándar que se ubicó en las gráficas y a partir de la información que se presenta en la Tabla 1.

IMC/Edad según Desviación Estándar	INTERPRETACIÓN
<-2	Delgadez
-2 a <-1	Riesgo para delgadez
-1 a = 1	Adecuado para la edad
> 1 a = 2	Sobrepeso
> 2	Obesidad

Tabla 1. Puntos de corte de la Desviación Estándar para interpretación de las gráficas IMC/Edad

3. El camino metodológico de la experiencia en el aula de clase

3.1. El contexto

La experiencia que presentamos se desarrolló durante cinco sesiones, en el segundo semestre del año 2014, con 27 estudiantes de quinto grado (10-12 años) de Educación Primaria de la Fundación Educativa Colegio San Juan Eudes, en la ciudad de Medellín (Colombia). La experiencia fue producto de un trabajo colectivo entre dos profesoras, una profesional en nutrición y dietética, y un investigador en Educación Matemática.

La experiencia tuvo como propósito que los estudiantes trabajaran en el aula de clase de matemáticas con problemas de su realidad; de acuerdo a ello identificamos que en el grupo de estudiantes existía una preocupación constante por su apariencia física, esta preocupación se había convertido en uno de los aspectos cruciales de su día a día y los había motivado por temas nutricionales y por aspectos estéticos. Así que para trascender su preocupación estética problematizamos, usamos y estudiamos el modelo matemático de Quetelet para calcular su Índice de Masa Corporal (IMC) y a partir de ello discutimos temas nutricionales y matemáticos y reflexionamos acerca de los usos de las matemáticas en la sociedad.

Frente a la modelación matemática tuvimos la intención de que los estudiantes iniciaran por la aplicación y la verificación del modelo matemático, de tal manera que los estudiantes pudieran usar, reflexionar, comprender el fenómeno y articularlo con su realidad. De este modo, los estudiantes se enfrentaron a la aplicación de las variables del modelo matemático, a datos de la realidad y determinaron si se ajustaba a las condiciones de la situación mediante la evaluación del mismo. Además, se pretendió que emplearan otros datos e interpretaran el modelo matemático para determinar si era suficiente o no. Ligado a la perspectiva socio-crítica la intención fue que los estudiantes



problematizaran e investigaran diferentes cuestiones que aparecen en la situación estudiada (Barbosa, 2001; Araujo, 2012).

3.2. El proceso de uso y estudio del modelo matemático

El ambiente se desarrolló en cinco (5) momentos que se relacionaron con la secuencia de actividades didácticas que propusimos para llevar a cabo el proceso de modelación matemática: (1) obesidad y delgadez en Colombia, (2) cálculo del IMC, (3) clasificación del IMC, (4) estudio del modelo matemático del IMC y (5) comunicación de los resultados. Durante los cinco (5) momentos, los estudiantes usaron herramientas matemáticas para resolver el problema, interpretaron los resultados obtenidos en términos de la situación inicial, analizaron y criticaron el modelo matemático a partir de sus resultados.

El primer momento, obesidad y delgadez en el país, se orientó a partir del problema de obesidad en Colombia y a partir de las reflexiones acerca del IMC, para qué y cómo puede ayudar en la vida cotidiana.

El segundo momento, cálculo del IMC, tuvo como objetivo calcular el IMC propio y el IMC de un niño colombiano de 5 años llamado Mateo, que había sido diagnosticado con obesidad y cuya noticia se divulgó en la prensa colombiana.

En el tercer momento, clasificación del IMC, los estudiantes sostuvieron un diálogo con la nutricionista dietista quien orientó las reflexiones hacia la composición corporal y la relación de tener un peso en los rangos normales con un adecuado estado de salud.

El cuarto momento, estudio del modelo matemático del IMC, permitió que los estudiantes realizaran un análisis del modelo matemático empleado para calcular el IMC. Los análisis se fundamentaron en aspectos matemáticos y nutricionales.

El quinto momento, comunicación de los resultados, permitió que los estudiantes, profesores investigadores y la nutricionista entablaran una discusión acerca de los aspectos que una persona debe tener en cuenta al interpretar el IMC para tomar acciones preventivas o correctivas. Y acerca de los asuntos matemáticos involucrados en el modelo matemático del IMC.

4. El trabajo realizado por los estudiantes. Discusiones y análisis

El objetivo planteado a los estudiantes en el ambiente de modelación matemática fue verificar y analizar el modelo matemático de Quetelet empleado para calcular el IMC. Los estudiantes trabajaron en grupos y atendieron a los diálogos establecidos con los profesores y la nutricionista para calcular su IMC. A partir de estas mediciones, se involucraron en cálculos matemáticos que los llevaron a analizar un modelo matemático propuesto para calcular el IMC y a partir de ello reflexionar con relación a su estado nutricional y el de otras personas.

4.1. Obesidad y delgadez en el país

Al iniciar el ambiente de modelación matemática presentamos a los estudiantes los resultados de la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia (ENSIN) de 2010, donde se reportó que uno de cada dos colombianos entre 18 y 64 años presenta sobrepeso; dicho de otro modo, el ENSIN señala que un 52,2% de la población presenta sobrepeso. A su vez, la encuesta también revela que uno de cada seis niños y adolescentes entre 0 y 7 años presentan esta situación.

Problematizamos la información presentada en la encuesta a través de preguntas como ¿Qué significa la información presentada por la ENSIN?, ¿Cómo podría representarse los datos suministrados en el párrafo anterior?, ¿Cómo crees que son tus hábitos alimenticios?, ¿Crees que la energía proporcionada por los alimentos que comes es gastada en su totalidad?

Frente a los interrogantes los estudiantes manifestaron asuntos como “Profes lo que pasa en el país es grave, las encuestas dicen que uno (1) de cada dos (2) colombianos es obeso, esto es un valor muy alto para el país porque es la mitad”, “Profe tenemos un gran problema por la obesidad, entonces las personas se van a enfermar más”, “Profe el porcentaje nos indica lo que valen esos departamentos relacionados con Colombia” (Producciones de los estudiantes, 21 de octubre del 2014).

Observamos en estas declaraciones que los estudiantes empezaron a interpretar la información suministrada por la encuesta y a elaborar cuestionamientos relacionados con su significado y la forma cómo puede intervenir en la situación presentada.

4.2. El cálculo del IMC

De acuerdo con las reflexiones que se suscitaron en el momento anterior, solicitamos a los estudiantes tomar en casa las medidas de su peso y de su estatura. Para el cálculo del IMC, trabajaron en grupos de 2 o 3 personas y emplearon el modelo matemático de Quetelet, que es igual para todos:

$$IMC = \frac{\text{Peso (kg)}}{\text{Estatura}^2 (m^2)}$$

Para calcular el IMC se hizo necesario precisar aspectos matemáticos como las unidades de medida del peso y la estatura, las operaciones y lectura de números decimales, la interpretación del cuadrado de la estatura en la fórmula del IMC y las unidades de medida para expresar el resultado obtenido al realizar el cálculo del IMC. Éste depende de las unidades de medida del peso y de la estatura, como se muestra en las Figuras 3 y 4 en las que se evidencia que los estudiantes se aproximan a las comprensiones; sin embargo, en el modelo matemático no asimilan completamente qué unidades irían allí y por qué.

En el cálculo del IMC fue necesario precisar las unidades de medida con las que se expresaría el resultado obtenido puesto que, tales unidades dependen del peso y la estatura. En este proceso se evidenció que los estudiantes tienen una comprensión de las unidades de medida; sin embargo, en el modelo matemático no se comprende completamente qué unidades eran correspondientes y porqué. Observamos que los estudiantes se confundieron al tomar su estatura al cuadrado y el peso en kilogramos, e incluso declararon: “vamos a medir nuestra masa en kilogramos o cuadrados” (Producciones de los estudiantes, 21 de octubre del 2014). Sin embargo, otros estudiantes comprendieron la medición en centímetros o metros y en kilogramos. Esta situación permitió que se diera un diálogo para tomar decisiones y llegar a acuerdos en cuanto a las unidades de medida más convenientes para expresar el IMC.

Handwritten student work showing a calculation of BMI. It includes the formula $IMC = \frac{70}{(1,52)(1,52)}$, a division of 70 by 2,31, and the result 30,30, with a concluding statement "el estado de Paula es obesidad".

Figura 3. Producciones de los estudiantes. 21 de octubre del 2014



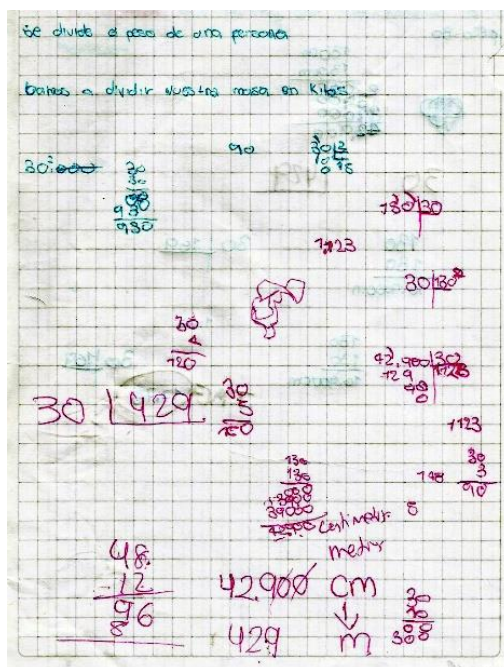


Figura 4. Producciones de los estudiantes. 21 de octubre del 2014

Los estudiantes mostraron interés por conocer el significado de los valores luego de obtener el valor numérico para el IMC. Antes de interpretar los significados, la nutricionista preguntó cómo obtuvieron las mediciones. Los estudiantes manifestaron que las mediciones se realizaron en casa con sus padres, y utilizaron metros y balanzas. En algunos casos recurrieron a la estimación porque no contaban con los instrumentos de medida.

Por tal motivo, la nutricionista precisó que para el cálculo del IMC es fundamental cómo y con qué instrumentos tomar las medidas, pues los errores en las mediciones ocasionan interpretaciones incorrectas del IMC. Esto permitió a los estudiantes reconocer que cuando medimos, en matemáticas o en otro campo, se presentan errores ocasionados por las formas de medir y por los instrumentos empleados. Se hizo énfasis en dos aspectos fundamentales para tomar medidas de peso y estatura para calcular el IMC: que la persona que realice las medidas esté estandarizada¹ recientemente y que se empleen los equipos adecuados, que para este caso son el tallímetro y las básculas previamente calibradas.

Una vez realizada la discusión acerca de los instrumentos de medidas, regresamos al significado de los datos numéricos obtenidos en el IMC, recurrimos a valores de clasificación de la OMS para la población mayor de 18 años; por ser las interpretaciones comúnmente encontradas en los medios. Los estudiantes notaron que su IMC es muy bajo en comparación con los valores dados, por lo que precisamos que los valores son estándares establecidos para las personas adultas y que es necesario recurrir a valores acordes a su edad.

¹ Estandarizarse hace alusión a la garantía que tiene la persona que toma los datos antropométricos, de que los valores obtenidos tienen el mínimo margen de error.

4.3. Clasificación del IMC

Al problematizar los valores numéricos obtenidos procedimos con los estudiantes a clasificar el IMC en las gráficas. En este momento los estudiantes entablaron discusiones matemáticas y nutricionales en torno a los resultados del cálculo del IMC.

En primer lugar, explicamos el cálculo de la edad, a partir de los años y meses cumplidos por los estudiantes, quienes lo comprendieron y realizaron rápidamente. En la Figura 5 indicamos el cálculo de la edad realizado por uno de los estudiantes.

Naci el 30 de junio del 2002
el 30 de junio de 2014
cumpli 12 años
30 julio pasa 1 mes
30 agosto pasan 2 meses
30 septiembre pasan 3 meses
30 octubre pasan 4 meses
entonces tengo 12 años y 3 meses
porque hoy es 28 de octubre

Figura 5. Producciones de los estudiantes. 28 de octubre del 2014

En segundo lugar, dialogamos con los estudiantes asuntos vinculados con la lectura de las gráficas. Expresaron la similitud entre las gráficas de crecimiento (Figura 6) y el plano cartesiano, donde el eje *X* representa la edad y el eje *Y* el IMC. Con el cálculo de los componentes trazaron las líneas que salen de cada eje y procedieron a verificar el punto en el que se interceptan. Los estudiantes habían trabajado con las representaciones gráficas en el plano cartesiano, por esta razón no se presentaron dificultades al realizar la tarea.

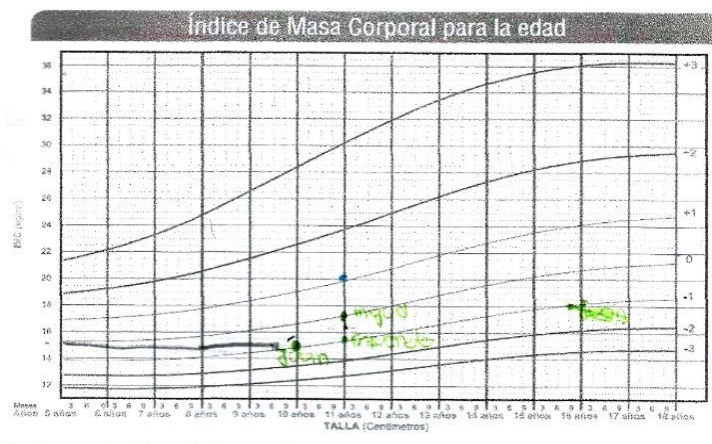


Figura 6. Producciones de los estudiantes. 28 de octubre del 2014



Durante el trabajo con las gráficas, los estudiantes expresaron asuntos como: “ya vemos qué utilidad puede tener el plano cartesiano”, “en ese plano no es tan complicado encontrar la intersección de las líneas; en otros ejercicios que hemos hecho en clase nos da más dificultad” (Producciones de los estudiantes, 28 de octubre del 2014).

Finalmente, los estudiantes analizaron en cual desviación estándar se ubica el punto encontrado y realizaron la clasificación del IMC. Este fue el paso que representó mayor dificultad porque algunos no analizaron en cual desviación estándar se encontraba el punto graficado y qué significado tenía. Esta situación implicó explicar de nuevo el análisis de la desviación estándar (Figura 7). Las dificultades en la interpretación de gráficos estadísticos aparece allí presente pues a los estudiantes se les dificulta comprender las relaciones que existen en el gráfico, de esta manera Arteaga, Batanero, Cañadas y Contreras (2010) proponen que, como manera de disminuir estas dificultades, en la escuela se introduzcan tareas en las que los estudiantes puedan pensar posibles relaciones entre las distintas variables.

A cada grupo de estudiantes se le entregaron las tablas de clasificación nutricional según la Desviación Estándar. Se aclaró que no era necesario memorizar la interpretación, ya que era más importante comprender de dónde se obtenía dicha información.

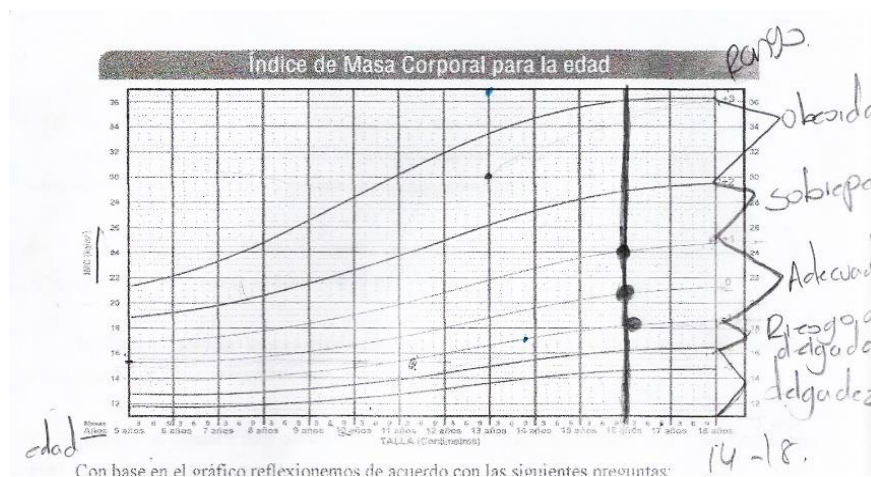


Figura 7. Producciones de los estudiantes. 28 de octubre del 2014

Observamos diferentes reacciones ya que algunos estudiantes percibían que su peso corporal era diferente a lo arrojado por los cálculos; y muchos de ellos manifestaron que iban a realizar el ejercicio con otros compañeros, ya que les pareció algo fácil de hallar y que sería útil que diferentes personas lo conocieran. Los estudiantes se hicieron cuestionamientos vinculados con sus hábitos alimenticios que los llevan a pensar y actuar en pro de una mejor salud.

4.4. Estudio del modelo matemático del IMC

Basados en las lecturas e interpretaciones realizadas por los estudiantes frente a la clasificación de su IMC, problematizamos el modelo matemático para el cálculo del IMC. Les hicimos preguntas como: ¿Será útil este cálculo para todas las personas? ¿El cálculo es exacto? ¿Es suficiente con hacer este cálculo para determinar si una persona tiene sobrepeso o delgadez? ¿Qué asuntos matemáticos son cuestionables en el cálculo?

Los estudiantes plantearon los siguientes argumentos en torno al modelo matemático de Quetelet:

- El modelo matemático emite criterios de delgadez y obesidad sin tener en cuenta la composición del peso corporal. Así, el modelo matemático presenta una dificultad cuando tenemos que evaluar deportistas, especialmente de alto rendimiento, que pueden tener un alto valor en el peso corporal a partir de un alto porcentaje de músculos y de masa corporal activa pero bajos niveles de grasa.
- Para realizar un análisis más confiable y seguro que nos lleve a determinar si una persona tiene obesidad o delgadez es necesario acudir a un especialista que proporcione un diagnóstico acertado.
- El modelo matemático del IMC habla del peso bajo o elevado, pero no dice si esto es exactamente por grasa o por músculos, por lo tanto el IMC necesita ser corroborado con otras medidas para dar un diagnóstico más certero, antes de determinar una enfermedad.
- El modelo matemático no es muy preciso y podría presentar errores pues relaciona medidas de dimensiones distintas, ya que, el peso es tridimensional y la altura es unidimensional y aunque se eleve al cuadrado, los estudiantes consideran que no se iguala la dimensión y que, por lo tanto, los cálculos realizados no son correctos.

Lo anterior permitió la participación de los estudiantes al reconocer el IMC como modelo matemático. Aunque tiene limitaciones, proporciona una medida del sobrepeso y la delgadez y que sirve como factor para establecer parámetros para la salud, tanto a nivel individual como a nivel grupal.

4.5. Comunicación de los resultados

Al preguntar a los estudiantes que habían aprendido de la actividad realizada, observamos en sus respuestas reflexiones respecto a algunas nociones matemáticas, preocupándose por las matemáticas como forma de entender asuntos propios de su realidad al afirmar que sin ellas no hubieran podido acercarse un poco a sus condiciones y establecer relaciones entre lo que pesan, lo que miden y a la edad que tienen. A pesar de que encontraron algunas dificultades con el modelo matemático, los estudiantes comprendieron la importancia de hacer análisis más allá del resultado del cálculo del IMC, para asumir una posición respecto a lo que nos compete, en este caso, si se tiene obesidad o delgadez.

5. Consideraciones finales

En este artículo nos propusimos reportar una experiencia de modelación matemática en el aula de clase que tuvo como propósito que los estudiantes trabajaran con problemas de su realidad, a través del uso del modelo matemático para calcular el IMC. La experiencia nos permitió reconocer el análisis y estudio de modelos matemáticos como una estrategia para su uso y comprensión y permitir a los estudiantes establecer una posición frente a las matemáticas en situaciones cercanas a ellos.

El trabajo en el aula a través del estudio de modelos matemáticos y de la modelación matemática, fundamentado en situaciones cercanas de la realidad de los estudiantes, permitió que ellos reflexionaran e indagaran con relación a un tema de la realidad como es el IMC. Abordar esta situación demandó a los estudiantes tomar datos reales del fenómeno, procesarlos, reflexionar acerca de un modelo matemático y dar a conocer los procedimientos y resultados con sus compañeros de clase. En este sentido, se involucraron de manera directa en la búsqueda de la solución del problema y asumieron una participación activa, reflexiva y propositiva.



Los estudiantes hicieron reflexiones críticas frente a asuntos relacionados con el papel de algunos conceptos matemáticos en la actividad realizada y en la sociedad. Además establecieron relaciones entre los conceptos matemáticos y algunas de sus prácticas cotidianas, lo que les permitió cuestionar las prácticas de su contexto, especialmente las que se relacionan con hábitos alimenticios.

El trabajo realizado permitió diferenciar la percepción manifestada por los estudiantes acerca de la imagen corporal, y el resultado de cada cálculo; así como las consecuencias que puede tener un IMC para la salud si se halla por encima o por debajo de lo establecido. Enfocamos el trabajo hacia el cálculo del IMC y diferenciamos la percepción manifestada por los estudiantes acerca de la imagen corporal y el resultado de cada cálculo; así mismo las consecuencias en la salud que puede generar el tener un IMC por encima o por debajo de lo establecido.

De esta forma, los estudiantes problematizaron y cuestionaron los elementos que consideraron pertinentes, además encontraron en el cálculo del IMC conceptos matemáticos significativos en torno a los cuales hicieron una reflexión con el fin de acercarse a una posible solución a las problemáticas presentadas. En consecuencia, identificaron que las matemáticas pueden indicar si una persona presenta obesidad o delgadez, sin dejar de lado la idea de que el modelo matemático no es completamente preciso.

En otras palabras, los estudiantes vivenciaron que a partir de un modelo matemático se pueden establecer parámetros para la clasificación de criterios para la salud, a nivel individual al hallar y clasificar el IMC y, a nivel grupal y nacional al analizar los porcentajes epidemiológicos propuestos en la ENSIN 2010.

Agradecimientos

Aunque no sean responsables de los planteamientos acá descritos, queremos agradecer a Paula Andrea Rendón-Mesa, Jorge Bañol Gutiérrez, Sebastian Aguirre Duque y David José Polo Díaz por las lecturas y sugerencias realizadas a las versiones preliminares de este documento. A la Facultad de Educación y al CODI de la Universidad de Antioquia por el apoyo a la investigación “La formación del futuro profesor de Matemáticas. Aportes de la modelación y las Tecnologías digitales.” (FPP01)

Bibliografía

- Araújo, J. (2012). Uma abordagem sócio-crítica da modelagem matemática: a perspectiva da educação matemática crítica. *Alexandria Revista de Educação em Ciências e Tecnologia*, 2, (2), 55-68.
- Araújo, J. (2012). Ser crítico em projetos de modelagem em uma perspectiva crítica de educação matemática. *Boletim de educação matemática*, 26(43), 839-860.
- Arteaga, P., Batanero, C., Cañadas, G., & Contreras, M. (2010). Las tablas y gráficos estadísticos como objetos culturales. *Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 76, 55-67.
- Barbosa, J. (2001) *Modelagem matemática: concepções e experiências de futuros professores*. (Tese Doutorado em Educação Matemática). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- Cattani, A. (2007). Características del crecimiento y desarrollo físico. En Guiraldes E, Ventura Juncá P. *Manual de Pediatría*. Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile, 65-82.
- Colombia (2010). Resolución 2121 del Ministerio de Protección Social. 9 de junio de 2010.
- Instituto Colombiano de Bienestar Familiar-ICBF. (2012). Guía técnica y operativa sistema de seguimiento nutricional. 13 de marzo de 2012.
- Kaiser, G., y Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *ZDM*, 38(3), 302-310.

- Organización Mundial de la Salud. OMS. (2007). Curso de capacitación sobre la evaluación del crecimiento del niño. Abril de 2007.
- Santos, L. y Bisognin, V. (2007). Experiências de ensino por meio da modelagem matemática na educação fundamental. *Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: Pesquisas e práticas educacionais*. Recife, SBEM, 99-114.
- Soares, D. S., y Javaroni, S. (2013). Análise de Modelos: possibilidades de trabalho como Modelos matemáticas em Sala de aula. In M. C. Borba & A. Chiari (Eds.), *Tecnologias Digitais e Educação Matemática* (pp. 195-219). São Paulo: Livraria da Física.

Mónica Marcela Parra-Zapata. Universidad de Antioquia, Medellín-Colombia. Magíster en Educación, línea Educación Matemática. Profesora de la Institución Educativa Villa Flora de la ciudad de Medellín. Integrante del Grupo MATHEMA-Formación e investigación en Educación Matemática. Integrante de la Red Colombiana de Modelación en Educación Matemática.
Email: monica.parra@udea.edu.co.

Johana Natalia Parra-Zapata. Universidad de Antioquia, Medellín-Colombia. Nutricionista Dietista. Nutricionista dietista de Fe y Alegría de la ciudad de Bello.
Email: joha9019@gmail.com.

María Camila Ocampo-Arenas. Universidad de Antioquia, Medellín-Colombia. Licenciada en Educación Básica con Énfasis en Matemáticas. Profesora del Centro Educativo don Bosco de la ciudad de Medellín. Integrante del Grupo MATHEMA-Formación e investigación en Educación Matemática. Integrante de la Red Colombiana de Modelación en Educación Matemática.
Email: macaocar08@gmail.com.

Jhony Alexander Villa-Ochoa. Universidad de Antioquia, Medellín-Colombia. Doctor en Educación, línea Educación Matemática. Coordinador del Grupo MATHEMA-Formación e investigación en Educación Matemática. Coordinador de la Red Colombiana de Modelación en Educación Matemática.
Email: jhony.villa@udea.edu.co.

