

IMPLICACIONES FÍSICAS DE LA PATINETA

ESTUDIO EXPERIMENTAL

Ramos, S¹, Ballesteros, C²

1. Licenciado en Física, Coordinador Departamento de Matemáticas G. C.

2. Estudiante grado Sexto G. C.

RESUMEN

El presente artículo tiene como objetivo identificar las causas que generan el alto índice de lesiones ocasionadas a los practicantes de la patineta, teniendo en cuenta el gran auge que su práctica cobró desde la Navidad pasada. Para este propósito se desarrolló un estudio físico experimental en donde tomaron parte estudiantes de diferentes grados del colegio, con el fin de determinar la velocidad, efectos del diseño mecánico y materiales de construcción de estas patinetas y así crear conciencia sobre el correcto uso y la implementación de medidas de prevención para evitar accidentes.

SUMMARY

The following article aims at identifying the causes that trigger the large number of injuries in skateboarding, taking into account its breakout during the christmas holidays. An experimental physics study with students from all grades was developed for this purpose. The research is to determine speed, effects of mechanical design and building materials of these skateboards so that awareness of use and accident avoidance measures are generated.

La patineta. (Scooters)*, aparte de estar de moda en todo el mundo y de estar reportando beneficios millonarios a los fabricantes de monopatines, se ha convertido en uno de los pasatiempos que más accidentes está generando en la actualidad.

Dado que se estima que la práctica en este momento es generalizada conviene tomar medidas de precaución para no lamentar una pérdida de equilibrio. El centro de control de enfermedades de Atlanta (Estados Unidos) reportó que en Agosto, Septiembre y Octubre del año 2000, 22.516 personas resultaron lesionadas y requirieron atención médica. "Se estima, según el informe, que el 85% de las personas atendidas son menores de 15 años mientras que el 23% son menores de 8. Dos tercios de los lesionados son hombres.

El doctor Mario Cerda, en un informe publicado en la página de internet "saludhijos.com", se refiere a un estudio de la revista *Archives of Pediatric Adolescent Medicine* en el que se revisaron las características de niños que usaron los patines tradicionales, patines en línea y patinetas. Según las conclusiones, el 33% sufrió heridas en la cabeza (5% iba en patineta).

Agrega que quienes usan patineta tienen un riesgo ocho veces mayor de sufrir heridas graves que los que montan patines comunes y dos veces más que los que van en patines en línea.

En Colombia no hay aún cifras oficiales, pero ya empieza a nacer la estadística al respecto. "Los accidentes más frecuentes se están presentando entre los 11 y 22 años y las lesiones potenciales que se presentan por esta razón se centran en el sistema osteomuscular", comenta el doctor Carlos Francisco Fernández, fiscal de la Sociedad Colombiana de medicina Física y Rehabilitación.

"La causa, agrega Fernández, puede estar directamente relacionada con el equilibrio, que está ligado a la vez, a la destreza para manejar tales vehículos. Esto, sumado a una velocidad desproporcionada, provoca accidentes".

El Gimnasio Campestre no escapa a esta realidad. En el año 2000, se reportaron 31 accidentes clasificados según el tipo de lesión de la siguiente manera:

CASO	NÚMERO DE CASOS
Fractura cúbito y radio	4
Lesión de tobillo	11
Lesión de rodilla	3
Machucos severos	5
Golpe de cabeza	3
Herida abierta en cara	3
Fractura de nariz	1
Golpe de brazo	1
TOTAL	31

En esta estadística no están contabilizados los raspones en las diferentes áreas del cuerpo.

* Término comercial en inglés para designar esta máquina.

Por procedencia se contabilizaron 17 estudiantes de primaria y 14 de bachillerato.

Estudiantes remitidos a instituciones hospitalarias 18 en total.

Es por estos resultados alarmantes que surge la iniciativa de realizar una investigación que permita esclarecer las causas por las cuales se ha incrementado el número de niños que han tenido que ser atendidos en la enfermería del colegio. En consecuencia, el presente estudio se llevó a cabo en las instalaciones del colegio, con estudiantes de diferentes secciones y grados, como aporte a la búsqueda de salidas que permitan disminuir los índices de accidentes y crear conciencia en la prevención de ellos.

Inicialmente creemos que la situación puede ser originada por diferentes factores, por ejemplo: diseño mecánico defectuoso en la máquina, inexperiencia en su utilización o velocidades elevadas que no permiten su control correcto.

Esta última hipótesis fue el objeto de nuestra investigación en su primera fase.

Para llevar a cabo este estudio se seleccionaron en el colegio dos espacios que nos permitieron realizar las mediciones necesarias. Uno de ellos fue el patio central de la sección de bachillerato, que por su característica (totalmente plano) se adecúa convenientemente para la experiencia; el otro lugar fue la vía ubicada al costado norte del coliseo, la cual se escogió por presentar ondulaciones en su trayecto, y una pendiente considerable al iniciar el trazado (rutas donde los niños practican patinaje y monopatín).

Las variables que se tuvieron en cuenta para realizar el estudio fueron:

1. Masa del estudiante
2. Edad del estudiante
3. Ángulo de inclinación de la pista

Con estas variables seleccionadas se buscó fundamentalmente determinar como cambiaba la velocidad desarrollada en la patineta al modificar cualquiera de los patrones anteriormente citados.

La práctica fue realizada con estudiantes de las secciones de primaria y bachillerato, específicamente de los grados tercero, cuarto, sexto, décimo y undécimo.

RECURSOS

- Utilizamos cinta métrica (un decámetro) para determinar la longitud del recorrido.
- Cronómetro que determinaba el tiempo en segundos.
- Tiza de tablero de diferentes colores con el fin de establecer los puntos de salida y de llegada.

- Patinetas de diferentes especificaciones técnicas.
- Calculadora para efectuar operaciones y realizar conversiones de unidades.

METODOLOGÍA

La práctica se desarrolló en los espacios de descanso de los estudiantes y en horarios de clase cedidos amablemente por los profesores.

Una vez determinados los trayectos en donde se realizaron las experiencias, procedimos a determinar la longitud de estos.

Para el patio central se estableció una distancia de **30 metros**, longitud suficiente para determinar el tiempo necesario en recorrerla. Para la otra ruta elegida medimos **80 metros de longitud** y se determinó que el ángulo de inclinación que presenta en su inicio es de $\alpha = 28^\circ$.

RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación presentamos los resultados de las mediciones en las siguientes tablas.

La velocidad calculada se expresó en kilómetros por hora, por tanto a las mediciones efectuadas (metros – segundos) se les realizó la correspondiente conversión.

ESTUDIANTE	EDAD AÑOS	MASA (KG)	LONGITUD (M)	TIEMPO (S)	VELOCIDAD MS	VELOCIDAD KM/H
JULIAN R. (11°)	17	62	30	6,40	4,68	17,6
CAMILO B. (6°)	12	33	30	7,14	4,20	15,3
JULIAN G. (3°)	9	32	30	7,33	4,09	15
IGNACIO R. (10°)	15	45	30	7,38	4,06	14,6
JUAN S. (3°)	9	31	30	7,74	3,38	14

Tabla No 1. Pista de longitud (30 metros) y ángulo de 0°.

ESTUDIANTE	EDAD AÑOS	MASA (KG)	LONGITUD (M)	TIEMPO (S)	VELOCIDAD MS	VELOCIDAD KM/H
FELIPE G. (6°)	12	78	80	18,24	4,38	16
DANIEL M. (6°)	12	47	80	15,26	5,24	19
JUAN R. (3°)	9	31	80	14,49	5,52	20
ANDRES B. (6°)	12	76	80	14,39	5,55	20,1
JUAN G. (3°)	9	32	80	14,77	5,41	19,5
CAMILO B. (6°)	12	33	80	14,10	5,67	20,5

* Los tiempos obtenidos para las tablas 1 y 2 son los promedios de tres medidas para cada uno de los estudiantes.

Tabla No 2. Pista de longitud (80 metros) y ángulo de 28°.

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

Dados estos resultados podemos observar que la variable masa es determinante en la variación de la velocidad, porque si verificamos en la tabla 1, el estudiante de 62 kg. de masa (valor más elevado de este grupo) obtuvo el registro más alto, y el segundo en peso (45kg) obtuvo el tercer registro más alto para esta variable (14,6 km./h).

Para la tabla 2 no podemos afirmar que los estudiantes de mayor masa sean los más veloces, puesto que el estudiante de 78 kg. de masa fue el más lento de este grupo.

A continuación haremos un análisis más detallado de la dependencia de las variables masa del estudiante con respecto a la velocidad que desarrolla en la patineta, haciendo uso del coeficiente de correlación de Pearson (ρ_{xy}).

Para la primera ruta (ángulo de 0°) tenemos:

masa	velocidad
62 kg	17,6 km/h
45 kg	14,6 km/h
33 kg	15,3 km/h
32 kg	15 km/h
31 kg	14 km/h

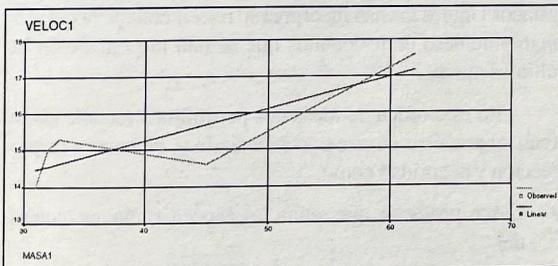
	Columna 1	Columna 2
Columna 1	1	
Columna 2	0,84056	1

El coeficiente de correlación para este caso sería, $\rho_{xy} = 0,84056$, y es cercano a 1.

Podemos ahora tomar los datos y aproximarlos a un modelo lineal, así:

Intercepción con Y, (velocidad)	11,756474
Variable x, masa	0,087278

Por tanto, el modelo lineal estaría dado por: $m = 0,087.v + 11,7564$, en donde m es la masa y v la velocidad. La gráfica correspondiente a este modelo (línea totalmente recta).



La otra curva corresponde a los datos experimentales que se tomaron en la práctica.

Analizando los anteriores resultados vemos que existe una clara dependencia lineal de una variable con la otra, el margen de error es pequeño dado que el coeficiente de correlación es cercano a uno (1) y es positivo, por tanto podemos decir en este caso, que la variable velocidad de la patineta sí depende de la masa de la persona que la esté manejando.

Ahora realizaremos el mismo procedimiento para la segunda ruta.

masa	velocidad
78 kg	16
76 kg	20
47 kg	19
33 kg	20
32 kg	19
31 kg	20

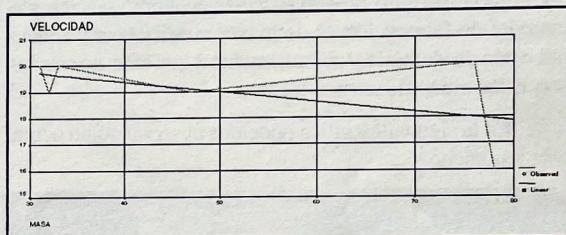
	Columna 1	Columna 2
Columna 1	1	
Columna 2	-0,54917261	1

El coeficiente de correlación en este caso es $\rho_{xy} = -0,54917261$, es negativo y su valor no es próximo a 1.

El modelo lineal para estos resultados sería:

Intercepción con Y, (velocidad)	20,9057956
Variable x, masa	-0,03850092

El modelo lineal sería: $m = -0,038500920,087.v + 20,9057$, en donde m es la masa y v la velocidad. La gráfica correspondiente es:



En este segundo caso, la dependencia lineal de una variable con respecto a la otra no es muy clara, dado que el coeficiente de correlación es negativo y no es próximo a uno. Esto puede ser explicable por el alto nivel de velocidad que se alcanzaba cuando se descendía y el frenado que realizaban los estudiantes para no perder el control de la patineta, específicamente los de mayor masa. Esta razón justifica los tiempos más bajos obtenidos por ellos.

Es necesario hacer dos últimas observaciones:

Por tratarse de un estudio experimental (registros de los tiempos), los datos obtenidos tienen un margen de error considerable y en segundo lugar, el número de registros tomados en la experiencia son pocos para tener unos resultados totalmente confiables.

En cuanto al ángulo de inclinación de la vía, sí se puede verificar un incremento de la velocidad considerable que lo podemos comprobar comparando uno a uno los registros de la tabla 1 y 2 para esta magnitud.

Realizada la experiencia recibimos algunas inquietudes y observaciones de los estudiantes que consideramos im-

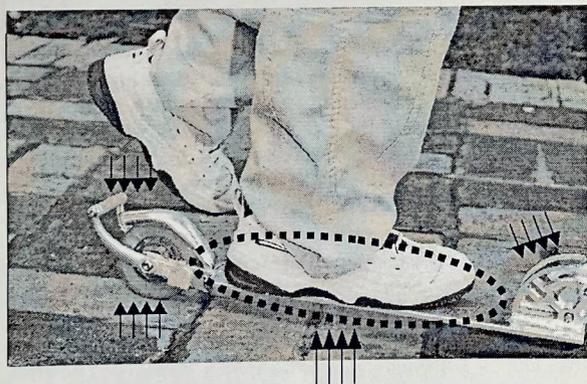
portantes dentro del estudio, y que nos permitirán estudiar otras variables dentro de la investigación. Estas son algunas de ellas:

Inicialmente coincidieron en afirmar que se puede alcanzar mayor registro en la patineta para la velocidad, pero se sentían inseguros de hacerlo porque perdían estabilidad y por tanto el control del aparato.

De otro lado, insistían en que la patineta producía un nivel de vibración alto en la base que se transmitía a todo el conjunto. Esta nueva circunstancia nos permitió reflexionar acerca de la estabilidad en función de la velocidad alcanzada, y del diseño del vehículo con base en la estructura (materiales de construcción).

Por estas razones surge la necesidad de desarrollar una segunda fase en nuestra investigación, por tanto, realizamos una nueva experiencia buscando corroborar estos fenómenos. Hicimos parte del nuevo ejercicio recorriendo diferentes rutas del colegio, entre ellas la que conduce del comedor al coliseo. Efectivamente comprobamos que al aumentar la velocidad en la patineta se experimentaba un desequilibrio generado por el alto índice de vibración de la base, ahora, esta vibración variaba de una patineta a otra, dado que algunas de ellas poseen sistemas de amortiguación y el material de fabricación es de mayor consistencia y rigidez (aleación de aluminio y cobre), mientras que otras no cuentan con estas especificaciones técnicas.

En la siguiente gráfica podemos observar cómo ocurre este fenómeno.



Las flechas indican la forma como se produce la vibración y la forma como se transmite a las otras partes de la patineta.

Al incrementarse la velocidad se empieza a generar vibración en las llantas por estar directamente en contacto con la superficie. Esta vibración es transmitida directamente a la base de la patineta, que si no cuenta con un material lo suficientemente resistente y adecuado la reproducirá al conjunto completo, especialmente a la parte que controla la dirección.

Es allí precisamente donde se modifican considerablemente las condiciones de equilibrio, puesto que la tendencia a mantenerse en movimiento (**inercia**) del conjunto, patinador más vehículo, sumada a la vibración producida, genera una alta inestabilidad que puede ocasionar en la mayoría de los casos volcamiento.

Volviendo a lo concerniente al material de construcción de la patineta concluimos que si éste no es lo suficientemente rígido y fuerte, puede presentarse el fenómeno de pandeo en la base. Otra variable que contribuye a esta deformación es el peso de la persona que se desplaza, puesto que si es de masa considerable ocasionará que el coeficiente de elasticidad de la base aumente y por tanto la rigidez de ésta disminuya.

En este sentido es bueno recordar que un material resistente que no permite altos índices de vibración es la madera, usualmente utilizada en el pasado para construir en forma casera patinetas que no presentaban estos problemas de inestabilidad, además, las dimensiones de este tipo de aparatos “artesanales” en general podían ser más generosas en longitud (al gusto del constructor), por tanto, se garantizaba mayor equilibrio y control sobre ella. Con respecto a las ruedas de estas patinetas caseras se utilizaban balineras o rodamientos, dispositivos que no desarrollan gran velocidad gracias al alto nivel de fricción que se presenta con el piso, por tal razón los accidentes que ocurrían eran mínimos.

En cuanto al equipo de protección y seguridad que deben usar los practicantes para evitar lesiones, podemos anotar en primera instancia que ninguno de los estudiantes los utiliza. En este sentido pudimos corroborar que esta medida preventiva no hace parte de la cultura de esta práctica, al menos en Colombia, puesto que en países Europeos y en estados Unidos los han incorporado recientemente por el alarmante número de lesionados que se han presentado en los últimos meses.

En este orden de ideas nos permitimos recomendar al realizar prácticas en este tipo de máquinas, elementos de protección y seguridad como:

- Casco protector que reúna las especificaciones requeridas.
- Protectores de codos y rodillas similares a los utilizados en la práctica de monopatín y patinaje en general.

Para las personas que deseen adquirir estos aparatos recomendamos comprar marcas que ofrezcan buena calidad mecánica y de seguridad.

En cuanto al manejo de la patineta es necesario aprender a desplazarse correctamente en ella, tal como se aprende a montar en bicicleta o patines. Los pasos a seguir son:

Mantener el equilibrio, luego dominar las curvas cerradas y por último, progresivamente empezar a aumentar la velocidad. Desafortunadamente estas instrucciones no

son tenidas en cuenta específicamente en los niños practicantes.

AGRADECIMIENTOS

Al Doctor Bernal por proponer este ejercicio como trabajo interesante de investigación y por sus aportes al mismo, a Juan Carlos Michaels, William Pérez y Elsa Cerón por su notable colaboración en el apoyo desde informática y especialmente en lo referente a la navegación a través de Internet, a Gloria Inés Zuluaga, enfermera del colegio, a Juan de Jesús

Romero, profesor del Departamento de Matemáticas y por último al ingeniero Leonardo Cortés por sus sugerencias y aportes en esta investigación.

BIBLIOGRAFÍA

[http:// unidosaqi.com/content/es00619982.html](http://unidosaqi.com/content/es00619982.html).

Marzo 15 de 2001.

[http:// eltiempo.terra.com.co/05-02-2001/vida_0.html](http://eltiempo.terra.com.co/05-02-2001/vida_0.html)

Berenson, M, Levine ,D.1992.Estadística Básica en administración. México, Editorial Prentice Hall. Pg.62 y 63