

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**LA HISTORIETA COMO INSTRUMENTO DE MEDICIÓN  
DE LA COMUNICACIÓN DE LA CIENCIA**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**BIOLOGIA**

**P R E S E N T A:**

**MARÍA ELISA MEDEL AVILA**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**DR. AQUILES NEGRETE YANKELEVICH**

**2016**

**Cd. Mx.**





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **Reconocimientos**

Esta investigación fue realizada gracias al Programa UNAM-DGAPA-PAPIIT IN301815 Narrativas SciCom encabezado por el Dr. Aquiles Negrete Yankelevich.

Agradezco al maestro Gildardo Enrique Velasquillo García por su generosa y vital contribución en la escritura de esta tesis y a la maestra Anabel Bieler Antolín por sus comentarios enriquecedores y su desinteresado entusiasmo por que esta tesis llegara a buen término.

Agradezco a todo el grupo de asesores integrado por la Dra. María Eugenia Alvarado, el Dr. Ricardo Lino Mansilla Corona, y el Físico Sergio de Regules Ruiz-Funes, quienes hicieron posible llegar hasta esta versión final de tesis.

# Índice

Capítulo I. Introducción

Hipótesis y objetivos

Capítulo II. Antecedentes Metodológicos

Capítulo III. Método

Capítulo IV. Resultados y discusión

Conclusiones

Bibliografía

Apéndices

# Capítulo I

## Introducción

### 1.1 Divulgación de la ciencia

La ciencia es parte de la cultura (Gregory y Miller, 1998), gran parte de los temas que actualmente se debaten tienen algún componente científico (por ejemplo el cambio climático, el efecto invernadero, la escasez de recursos naturales, los organismos transgénicos, la contaminación, la nutrición, etc.) Hoy en día el ciudadano debe contar con cierta cultura científica para sobrevivir en un mundo tecnológico (Negrete, 2008). La educación y comunicación de la ciencia son disciplinas que se ocupan de diseminar la información científica en la sociedad. La educación y divulgación de la ciencia son, por tanto, una necesidad social que debe ser cubierta si aspiramos a formar ciudadanos activos en torno a los debates científicos del nuevo siglo.

La divulgación y educación en ciencia son cruciales para crear un vínculo entre la sociedad y la ciencia. Uno de los problemas que enfrenta la ciencia es que cuando se utiliza un lenguaje muy técnico, se crea una barrera entre los que pueden hablarlo y entenderlo (científicos) y los que no pueden (el público en general). Además, no sólo hace difícil comprender conceptos científicos, sino que también se envía el mensaje de que la ciencia es sólo para expertos. En respuesta a esto se han desarrollado intermediarios del conocimiento o comunicadores de la ciencia, que proporcionan “traducciones” entre el discurso científico y el lenguaje público (Avraamidou y Osborne, 2009).

Tradicionalmente la comunicación de la ciencia se ha efectuado a través del discurso paradigmático (lógico-científico, tipo libro de texto). Sin embargo, la

ciencia está presente también en diversos medios culturales (radio, televisión, exposiciones, multimedios y variadas formas narrativas) (Negrete, 2014).

## **1.2 Propiedades de la imagen**

La divulgación de la ciencia recurre a diferentes lenguajes, uno de estos son las imágenes, ya que son señales que expresan un fenómeno, realidad, hecho, sujeto u objeto (Acha, 1999). En la comunicación de la ciencia, estas imágenes deben ser presentadas en secuencias que logren el propósito de transmitir información y obtener una respuesta estética y disciplinar (de la disciplina del conocimiento que se pretende divulgar o enseñar) del espectador son usadas a menudo en comics (McCloud, 1995), exposiciones de fotografía y de ilustración científica, como herramientas de alfabetización y divulgación de diversos tópicos del saber humano (Ruiz, 2011).

Tanto para el divulgador como para el espectador, una representación visual como lo es el dibujo y la pintura, pone en juego tres grandes aspectos: el dominio de las técnicas y procedimientos para lograr el producto, los sentimientos que se plasman en la obra y la interpretación que hace el artista de la representación que desea plasmar.

Esto se hace extensivo a la elaboración e interpretación de ilustraciones que poseen un carácter educativo y divulgativo de algún tema en particular. El uso de la imagen como recurso comunicativo de conocimiento involucra procesos de clasificación de la información, ejemplificación, uso de analogías y reformulación de ideas y conceptos.

Para que la divulgación de la ciencia tenga éxito, no se debe reducir al ámbito cerrado del quehacer científico y el receptor exige claridad y facilidad para acercarse al tema (Sánchez, 2010). Esto obliga al divulgador a ser altamente creativo

Por último, se asume que el dibujo es una representación gráfica de realidades humanas (Hacha), uno de estas realidades es el quehacer científico, por lo que, para su divulgación, se considera en el presente trabajo como un excelente medio de comunicación de información científica.

### **1.3 Narrativa y divulgación de la ciencia**

Diferentes estudios sugieren que las narrativas son fáciles de comprender y el público las encuentra más atractivas que la comunicación tradicional lógico-científica (Appelbaum, 1995; Negrete, 2014). Las formas narrativas tienen muchas ventajas para difundir conocimiento científico. Como afirma Sutton (1992), los textos narrativos son más eficaces que otros tipos de texto para lograr captar el interés del lector promedio, precisamente porque involucran su imaginación (lector activo). Existe mayor probabilidad de recordar información si ésta está expresada a través de imágenes poéticas, coloridas, humorísticas, exageradas o que implican algún tipo de acción (Yates, 1992). Por otra parte, las formas narrativas, como los cuentos o las novelas, suelen provocar sentimientos en el lector, lo cual hace la experiencia más memorable (Negrete 2008). En cuanto a las historietas (narrativas ilustradas), investigaciones pedagógicas han demostrado que el binomio texto-imagen funciona muy bien para mejorar el aprendizaje (Hostler y Boomer, 2011).

### **1.4 Salud pública, nutrición y deporte**

Actualmente, un tema que adquiere gran importancia dentro de la comunicación de la ciencia es la cultura física, la nutrición y el deporte. Estos son elementos fundamentales en la medicina preventiva que contribuyen de manera importante a la conservación de la salud, al desarrollo de capacidades y habilidades para la vida.

En nuestro país la actividad deportiva ha ido incrementándose durante los últimos 20 años, y el número de deportistas crece año con año. Muestra de ello es el auge de los certámenes deportivos que se organizan tanto en la capital como en el interior del país: carreras, maratones, rutas cicloturísticas y triatlones. Se ha

registrado también un crecimiento importante en el número de gimnasios y negocios que ofrecen clases de alguna actividad deportiva. Si bien el interés y el número de deportistas han ido en aumento, la cultura deportiva no lo ha hecho de manera simétrica.

El conocimiento de la alimentación, cuidado y hábitos del deportista son aspectos que no han avanzado a la par de la actividad física (Ambía y Negrete, 2016). Lo anterior ha tenido resultados y consecuencias desastrosas en términos de enfermedades, lesiones e incluso la muerte de individuos que participan en dichos certámenes pero que carecen de una cultura deportiva adecuada (Estado de Nueva York. Departamento de Salud, 2008).

Comunicar la ciencia asociada con la actividad deportiva debería ser un asunto de importancia para los divulgadores científicos. Atendiendo a ello, Ambía y Negrete (2016) han presentado el libro “Nutrición para el deportista”. Se trata de un libro con fines divulgativos en el que se ofrece una aproximación interdisciplinaria al problema complejo de la nutrición deportiva y se aborda la problemática desde distintas disciplinas como la fisiología, la bioquímica, el entrenamiento deportivo, la narrativa y la comunicación de la ciencia.

## **1.5 Narrativa y divulgación**

Las historietas y libros ilustrados que utilizan narración e imagen se han usado ampliamente para difundir información sobre temas de ciencia (Kakalios, 2006; Krauss, 2007; Sánchez y Mingote, 2008), salud (Yuan *et al* 2000; Setouhy y Rio 2003; Leibman *et al* 2007; Instituto de Ciencia y Tecnología, 2010) e incluso sobre la problemática ambiental (Centro de Información y Comunicación Ambiental de Norte América, 2013). Así pues, son una herramienta recurrente en la divulgación de la ciencia para comunicar diversos conceptos, teorías, ideas y problematizaciones de la ciencia. La evidencia bibliográfica sugiere que las

historietas ilustradas son un buen vehículo para la comunicación del conocimiento científico. El presente trabajo propone que las narrativas ilustradas no solo son herramientas interesantes para la comunicación de la ciencia, sino que también son útiles para la medición de la divulgación científica.

Esta tesis está dividida en 4 capítulos y dos apéndices. El capítulo I es introductorio, el II presenta los antecedentes metodológicos que incluyen el método RIRC, el método de viñetas, la adaptación del método RIRC para el uso de viñetas y la técnica para la elaboración de los cómics tipo viñeta. El capítulo III describe el método utilizado durante la aplicación del modelo experimental propuesto en el presente trabajo, así como la elaboración de las historietas ilustradas, la caracterización de la muestra, el diseño de la prueba y los métodos estadísticos empleados para esta investigación. El capítulo IV presenta y discute los resultados del estudio empírico de esta tesis. Se incluye un apartado de conclusiones y dos apéndices que muestran los textos de nutrición evaluados y los cómics tipo viñeta.

Este trabajo forma parte de un proyecto más amplio sobre el uso de la narrativa en la comunicación de la ciencia titulado "*Narrativas SciCom*", el cual es un proyecto del programa DGAPA-PAPIIT.

## **Hipótesis**

- Las historietas ilustradas son una herramienta útil para medir el éxito en la comunicación de la ciencia.

## **Objetivo general**

- Evaluar la eficiencia de la narrativa ilustrada (cómic) como instrumento de medición de textos de divulgación científica.

## **Objetivos específicos**

- Realizar una investigación documental para fundamentar teóricamente la propuesta de investigación.
- Elaborar narrativas ilustradas (cómic) tipo viñetas que permitan evaluar textos de divulgación científica sobre nutrición para el deportista.
- Realizar una prueba experimental utilizando las narrativas generadas, en una muestra de estudiantes de licenciatura.

## Capítulo II

### Antecedentes Metodológicos

La evaluación es importante dentro de la comunicación de la ciencia, en el entendido de que la evaluación “es un proceso sistemático y organizado para recabar datos cualitativos y cuantitativos y con ello obtener una medida del éxito de la comunicación de conocimiento científico (Construido a partir de: Fernández, 1993:11; Tyler, 1986:69; Popham, 1980:16; Stufflebeam y Shinkfield 1987: 183).

El presente trabajo utiliza dos métodos de evaluación de conocimiento (RIRC y Viñetas). Se realiza una adaptación de estos para generar una propuesta híbrida de su uso para medir éxito en la comunicación de información científica a través de textos de divulgación.

#### 2.1 Método RIRC

El método RIRC explora la efectividad de una narración (y otros formatos) para comunicar información científica usando cuatro tareas independientes de memoria para evaluar el aprendizaje (Negrete, 2009; Negrete and Lartigue 2011). Este método evalúa una habilidad individual para recontar, identificar, recordar y contextualizar la información que se presenta a los individuos en forma narrativa y la medición se realiza utilizando cuestionarios.

Se aplican cuestionarios elaborados con este método a grupos de individuos a quienes se les ha presentado información científica en forma de narración (grupo narrativo), y se compara con grupos control a los que se le presentan textos con información científica paradigmática (listas de hechos científicos sin narrativa).

La estructura general del cuestionario RIRC se puede observar en la *Tabla 1*.

<b>Tipo de pregunta</b>	<b>Intención de la pregunta</b>
Recuento de la historia (Recuento)	Para medir qué tanto recuerda el participante acerca de la historia como un todo y qué parte de la historia recuerda mejor (ciencia vs. narración).
Opción múltiple (Identificar)	Para evaluar cuánta de la información dada en la historieta puede evaluar el participante.
Respuesta corta (Recordar)	Examinar qué tanto de la información científica fue posible recordar y relatar por el participante.
Situación hipotética (Contextualizar)	Para determinar si el participante fue capaz de poner la información en contexto y aplicar o extrapolar el conocimiento (aprendizaje).

Tabla 1. Estructura del cuestionario

El método de RIRC utiliza tres tareas básicas para medir la memoria explícita: conocimiento declarativo, reconocimiento y recuerdo. Adicionalmente incluye una tarea para medir el conocimiento implícito: el conocimiento procedimental. El conocimiento declarativo se refiere a los hechos recordados. El reconocimiento implica una selección o identificación de elementos que un individuo aprendió previamente. Recontar involucra la producción de un hecho, una palabra, una historia o algún otro elemento desde la memoria. Finalmente, las áreas referidas al conocimiento procedimental son aquellas que involucran recordar habilidades aprendidas y comportamientos automáticos (procedimientos, secuencias o solución de problemas). Las tareas de memoria mencionadas permiten obtener una medida de cómo los individuos retienen y aprenden información, así como registrar los diferentes niveles de comprensión implicados cuando la información científica es presentada en diferentes formatos de texto. (Negrete, 2014).

## **2.2 Método de viñetas**

La técnica de viñetas es un método en el cual se puede evaluar percepciones, opiniones, creencias y actitudes hacia un problema real a través de narrativas que representan escenarios y situaciones ficticias simulando una problemática real (Barter and Renold, 1999; Finch, 1987). El uso de viñetas permite a un investigador recopilar datos que difícilmente podrían recabarse de otras maneras (Martin, 2006).

En las investigaciones que utilizan este método, a los participantes se les invita a opinar sobre una situación ficticia ilustrada en una narrativa (pero que representa un problema real) diciendo lo que harían, o cómo se imaginan que reaccionaría una tercera persona (generalmente un personaje de la historia) en la situación descrita en la narrativa (Barter and Renold, 1999).

Investigaciones pioneras han usado viñetas para explorar temas diversos como la violencia intrafamiliar en contextos socioeconómicos desfavorecidos (Barter et al., 2004), la percepción sobre el VIH, el comportamiento en personas que consumen drogas (Huges, 1998) y en temas de ética en el ambiente laboral (Wilks, 2004).

## **2.3 El Método RIRC adaptado para utilizar viñetas**

Con el objetivo de evaluar la comunicación de la ciencia a través de textos divulgativos se construyó un método que adapta la tarea de contextualización e identificación utilizada en el RIRC para generar cómics tipo viñeta. En este caso la narrativa ofrecida es una historieta ilustrada dentro de la cual el individuo es invitado a identificar los errores de los personajes del comic.

## Capítulo III

### Método

#### 3.1 Elaboración de historietas ilustradas

A partir del capítulo V “Nutrición para entrenar y competir” del libro “*Nutrición para el deportista*” (apéndice I) se realizaron tres cómics, uno para cada día de actividad del deportista (día de entrenamiento, día de descanso y día de competencia). Utilizando el método para generar cómics divulgativos propuesto por Negrete (2014), creamos una lista de Principios Activos “PA”, que en este caso estaría constituida por los errores que cometen comúnmente los deportistas amateurs en la alimentación.

A continuación se muestra la lista de principios activos (lista de elementos que debe contener la narrativa).

#### Cómic 1: Día de entrenamiento

1. No desayunar
2. Llegar deshidratado al entrenamiento
3. Entrenamiento largo sólo con agua
4. Recuperación con almendras
5. Desayunar tres horas después del entrenamiento
6. Desayuno con alto contenido de grasa
7. No hacer colaciones
8. Comer tarde y en gran cantidad
9. No cenar porque ya comió mucho

### Cómic 2: Un día de competencia

1. Cena pre-competencia con alto contenido de grasa y condimentos.
2. No desayunar suficiente o desayunar mal
3. No comer en la competencia larga
4. Innovar con nuevos productos en la competencia
5. Recuperarse con alimentos grasos y beber cerveza
6. Sentirse mal durante la competencia debido al desayuno
7. Diluir la bebida rehidratante por pensar que engorda

### Cómics 3: Día de descanso

1. Hacer dos comidas al día
2. Comer alimentos con grasa
3. No comer frutas y verduras
4. Beber refresco
5. Desayunar ligero (leche y pan)
6. Cenar pesado
7. Comer papas de colación
8. Tomar leche entera
9. Tomar más de tres cervezas a la hora de la cena

Una vez obtenidos los PA de cada cómic el siguiente paso fue elaborar un cuento corto de dos cuartillas para cada cómic en el cual se narrara una anécdota y estuvieran incluidos los PA. Los cuentos fueron transformados en guiones para cómic, se realizaron primero bocetos y finalmente las viñetas definitivas que ilustrarían cada cómic (apéndice II).

### 3.2 Caracterización de la muestra

Con el objeto de obtener información sobre los participantes en el estudio se construyó un cuestionario general, el cual se muestra a continuación:

Cuestionario General.

Nombre: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

Sexo: \_\_\_\_\_ Grado de escolaridad:

\_\_\_\_\_

¿Practicas algún deporte? ¿Cuál?

¿A qué te dedicas en tu tiempo libre?

¿Alguna vez has leído cómics? ¿Cuáles?

¿Te gusta leer regularmente cómics?

¿Te parecieron atractivos los cómics? ¿Cuál te gustó más?

¿Consideras que los cómics te hicieron reflexionar sobre lo aprendido en la lectura? ¿Por qué?

Cuestionario sobre los cómics.

Enumere de manera breve cada uno de los errores en la alimentación e hidratación, cometidos por los deportistas en cada uno de los cómics.

Día de entrenamiento

Día de competencia

Día de descanso

### 3.3 Diseño y aplicación de la prueba

Con el objeto de probar la eficiencia de los cómics tipo viñeta en la evaluación de textos de divulgación científica, se tomaron como ejemplos los textos de divulgación elaborados para un libro de nutrición (*Nutrición para el deportista*). Para este fin se implementó un diseño experimental que utilizará los cómics como herramienta de evaluación.

La parte empírica de esta investigación se dividió en dos etapas: una prueba piloto y el estudio definitivo. La prueba piloto se realizó con 10 estudiantes de la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior (MADEMS). La prueba mostró que el ejercicio completo podía realizarse en 30 minutos, que los individuos eran capaces de identificar la mayoría de los principios activos (los errores en la alimentación expuestos en los cómics) y que las historietas resultaron atractivas para los participantes.

La prueba o estudio definitivo se realizó en tres grupos diferentes de primer semestre de la carrera de biología de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Los alumnos fueron invitados a participar voluntariamente en la actividad. Cada grupo fue dividido a su vez en dos grupos: el grupo experimental que leería el texto de divulgación e identificaría los errores presentados en los cómics (grupo de lectura) y el grupo control, al que sin leer el estímulo se le pidió que identificara los errores ilustrados en los cómics. Los grupos de lectura y control constaron de 29 individuos cada uno.

La secuencia de aplicación se describe a continuación:

- Se separó al grupo en dos (grupo de lectura llamado grupo 1 y grupo control llamado grupo 2)
- Al grupo de lectura primero se le dio a leer el capítulo V del libro *Nutrición para deportistas*. Una vez terminada la lectura al participante se le retiró el texto y se le dieron las historietas para que las leyera junto con el cuestionario, el cual respondió inmediatamente después de la lectura.
- Al grupo control se les dio a leer los cómics y una vez terminado se les proporcionó el cuestionario para que lo contestaran de manera inmediata.
- Al finalizar la prueba se les retiró todo el material.

## Hipótesis experimental

Para realizar el análisis estadístico se desarrolló la siguiente hipótesis experimental:

- Existe un efecto positivo de aprendizaje en los lectores que fueron expuestos a los textos de divulgación científica sobre nutrición. Es decir, el individuo que leyó los textos sobre nutrición es capaz de identificar mejor (que el grupo control que no leyó dichos textos) los errores de nutrición ilustrados en los comics.

### 3.4 Análisis estadístico

Los métodos estadísticos que se utilizaron en este trabajo se enfocaron en la comparación de medias muestrales a partir del test de Hotelling<sup>1</sup>, el cual se describe brevemente a continuación:

Se puso a prueba la siguiente hipótesis:

$$H_0 : \vec{\mu}_1 = \vec{\mu}_2$$

$$H_1 : \vec{\mu}_1 \neq \vec{\mu}_2$$

Para ello se predice que las matrices de varianzas y covarianzas de ambos grupos son iguales (lo cual conlleva la realización de una prueba de hipótesis). Sean las siguientes matrices:

$$W_1 = (n_1 - 1)S_1 \quad ; \quad W_2 = (n_2 - 1)S_2 \quad ; \quad W_{pl} = ((n_1 - 1)S_1 + (n_2 - 1)S_2) / (n_1 + n_2 - 2)$$

---

<sup>1</sup> A. Rencher, Multivariate Analysis, John Wiley and Sons, 2002, pag.122.

Donde  $S_i$  es la matriz de varianzas y covarianzas del grupo  $i$ ,  $n_i$  el tamaño del grupo  $i$ . Con esto puede construirse el estadígrafo de Hotelling:

$$T^2 = \left( \frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2} \right) (\bar{\mathbf{y}}_1 - \bar{\mathbf{y}}_2)^T W_{pl}^{-1} (\bar{\mathbf{y}}_1 - \bar{\mathbf{y}}_2)$$

El cual tiene una distribución especial, cuyos valores críticos pueden encontrarse en la Tabla A.7 de la referencia bibliográfica que aparece al pie de esta página. Los detalles del test para la igualdad de matrices de varianzas y covarianzas que debe realizarse previo al ensayo antes descrito pueden verse también en la referencia bibliográfica mencionada<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> A. Rencher, Multivariate Analysis, John Wiley and Sons, 2002, pag.255.

## **Capítulo IV**

### **Resultados y discusión**

#### **4.1 Caracterización de la muestra**

La muestra total constó de 58 individuos, de los cuales el 65% fueron mujeres y el 35% fueron hombres de edades entre los 18 y 20 años.

#### **4.2 Cuestionario general**

De acuerdo con el cuestionario general, las actividades principales que realizan los individuos participantes en la muestra son: escuchar música, salir con amigos, leer, hacer tarea, ver series de TV y practicar algún deporte. Alrededor del 50% de ellos no practica ningún deporte. Los participantes que sí lo hacen, en su mayoría practica una de las siguientes disciplinas: fútbol, atletismo, ciclismo, danza (Figura 1).

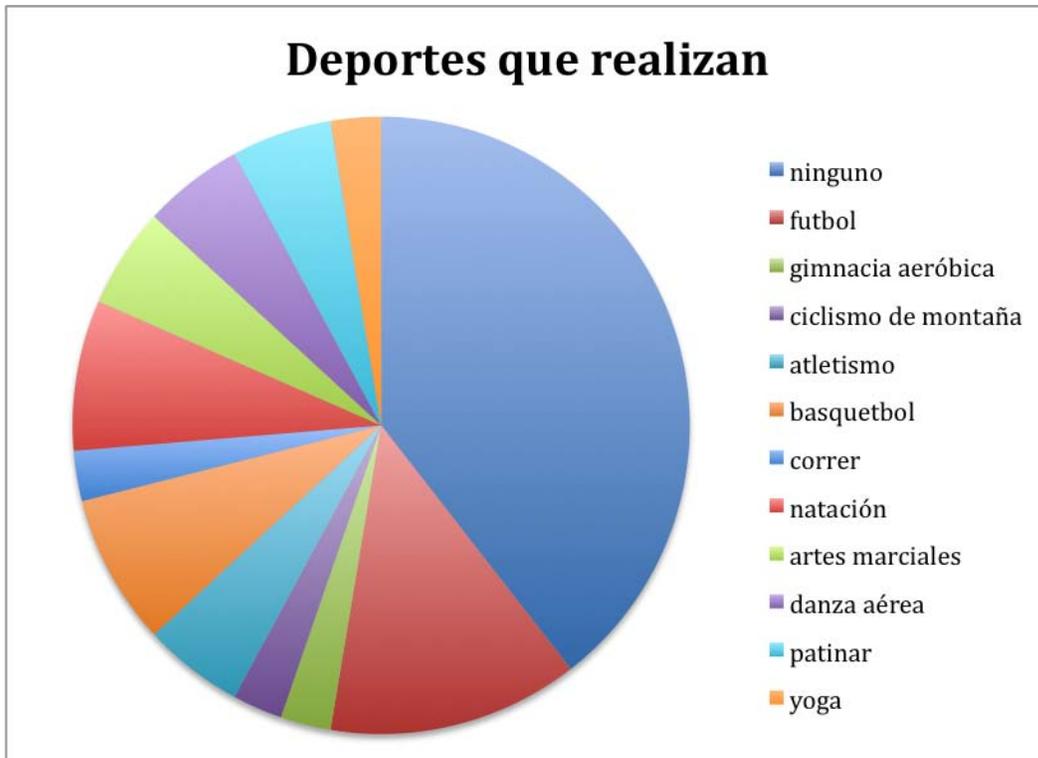


Figura 1. Actividad física que realizan los individuos participantes



Figura 3. Actividades que realizan los participantes durante su tiempo libre.

Dentro de la muestra, alrededor del 40% nunca ha leído cómics; de los que sí lo han hecho la mayoría de las historietas ilustradas son sobre súper héroes (Figura 4).

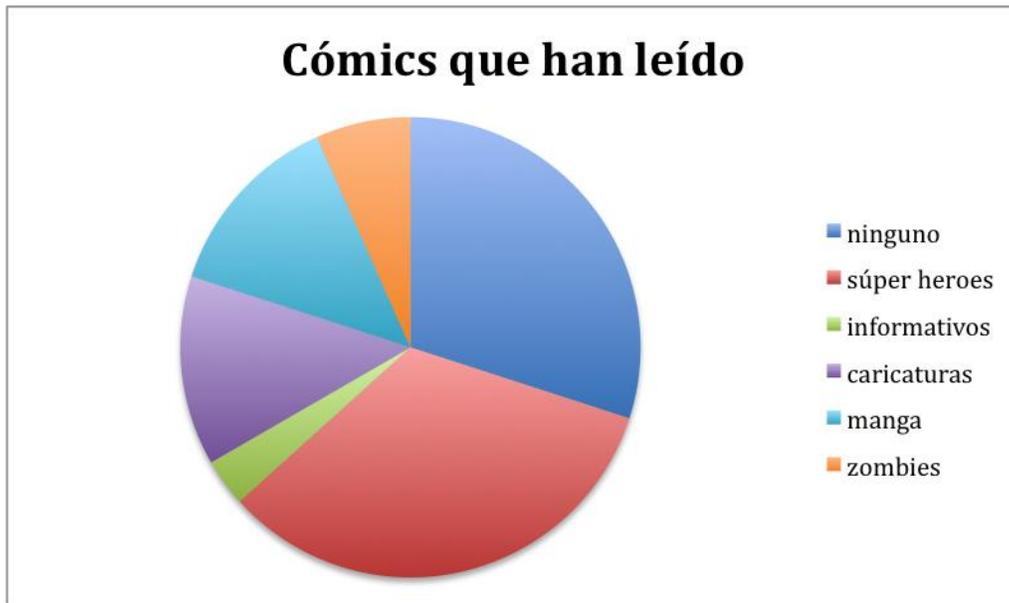


Figura 4. Tipos de cómics que han leído los participantes de la prueba.

### Cómic 1 Día de Entrenamiento.

El cómic 1 no muestra diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de lectura y el grupo control. Las poblaciones no pueden considerarse como diferentes y por tanto los datos sugieren que para los participantes la lectura no hizo ningún efecto positivo para que pudieran enunciar mejor que el grupo control los errores que cometió el personaje principal en el cómic (Tabla 1 y Figura 5).

PA	Lectura	Control
1	25	20
2	6	4
3	8	4
4	6	5
5	9	6
6	22	22
7	3	0
8	9	9
9	7	9
total	95	79
m	10.6	8.8
S	7.6	7.5

Tabla 1. Número total de aciertos del comic 1 día de entrenamiento

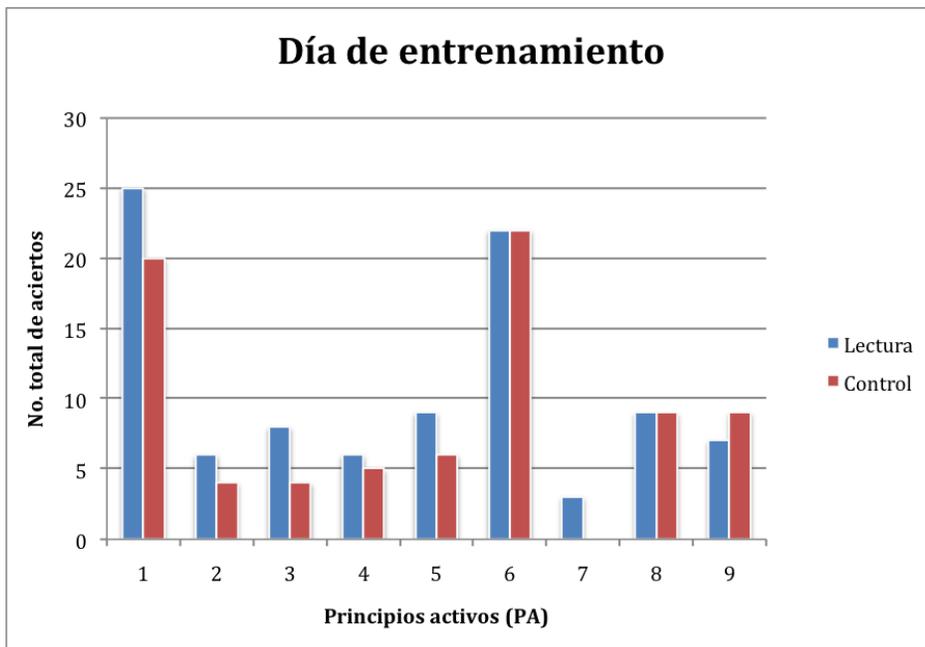


Figura 5. Gráfica donde se compara el número total de aciertos del cómic 1 día de entrenamiento entre el grupo que tuvo lectura y el grupo control.

Para el Cómics 1 estos son los resultados. La matriz de varianzas y covarianzas de cada grupo es:

$$S1 = \begin{pmatrix} 0.2433 & 0.0258 & 0.0178 & 0.0125 & 0.0205 & 0.0294 \\ 0.0258 & 0.0829 & -0.0588 & -0.0018 & -0.0419 & 0.0348 \\ 0.0178 & -0.0588 & 0.2353 & -0.0232 & 0.0463 & -0.0178 \\ 0.0125 & -0.0018 & -0.0232 & 0.2353 & 0.0143 & 0.0178 \\ 0.0205 & -0.0419 & 0.0463 & 0.0143 & 0.1684 & -0.0205 \\ 0.0294 & 0.0348 & -0.0178 & 0.0178 & -0.0205 & 0.2433 \end{pmatrix}$$

$$S2 = \begin{pmatrix} 0.2567 & 0.0053 & 0.0214 & 0.0303 & 0.0018 & -0.0018 \\ 0.0053 & 0.2255 & -0.0526 & -0.0152 & 0.0196 & 0.0865 \\ 0.0214 & -0.0526 & 0.1684 & -0.0152 & 0.0178 & -0.0027 \\ 0.0303 & -0.0152 & -0.0152 & 0.2576 & -0.0303 & 0.0152 \\ 0.0018 & 0.0196 & 0.0178 & -0.0303 & 0.0570 & 0.0036 \\ -0.0018 & 0.0865 & -0.0027 & 0.0152 & 0.0036 & 0.2540 \end{pmatrix}$$

$$S_{pl} = \begin{pmatrix} 0.2500 & 0.0156 & 0.0196 & 0.0214 & 0.0111 & 0.0138 \\ 0.0156 & 0.1542 & -0.0557 & -0.0085 & -0.0111 & 0.0606 \\ 0.0196 & -0.0557 & 0.2019 & -0.0192 & 0.0321 & -0.0102 \\ 0.0214 & -0.0085 & -0.0192 & 0.2464 & -0.0080 & 0.0165 \\ 0.0111 & -0.0111 & 0.0321 & -0.0080 & 0.1127 & -0.0085 \\ 0.0138 & 0.0606 & -0.0102 & 0.0165 & -0.0085 & 0.2487 \end{pmatrix}$$

Con ellas se debe construir el siguiente estadígrafo:

$$u = -2(1 - c_1) \log M$$

donde:

$$c1 = \left[ \sum_{i=1}^2 \frac{1}{g_i} - \frac{1}{\sum_{i=1}^2 g_i} \right] \left[ \frac{2p^2 + 3p - 1}{6(p+1)(k-1)} \right] ; \quad M = \left( \frac{|S_1|}{|S_{pl}|} \right)^{\frac{g_1}{2}} \left( \frac{|S_2|}{|S_{pl}|} \right)^{\frac{g_2}{2}}$$

aquí  $P$  es el número de preguntas de la encuesta,  $g_i$  los grados de libertad de cada grupo y  $|S_i|$  el determinante de la matriz  $S_i$ .

Se sabe que:

$$u \square c^2(p(p+1))$$

En este caso:

$$u = 28.1126 \quad ; \quad c_{0.05}^2(72) = 92.8083$$

Por lo tanto se acepta la hipótesis nula de la igualdad de matrices de varianzas y covarianzas. Para decidir si los Grupos 1 y 2 pertenecen a diferentes poblaciones, debe usarse el siguiente estadígrafo:

$$T^2 = \frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2} (\bar{g}_1 - \bar{g}_2)^T S_{pl}^{-1} (\bar{g}_1 - \bar{g}_2) \square T_{p, n_1 + n_2 - 2}^2$$

Los valores de la distribución  $T^2$  de Hotelling pueden obtenerse en la Tabla A.7 de la página 558 del libro *Methods of Multivariate Analysis*, de A. Rencher, John Wiley and Sons, 2002.

En nuestro caso:

$$\bar{g}_1 = (0.8529 \ 0.2353 \ 0.3235 \ 0.2647 \ 0.3529 \ 0.7941 \ 0.3529 \ 0.3235) ; \quad \bar{g}_2 = (0.6765 \ 0.1471 \ 0.1471 \ 0.1765 \ 0.2059 \ 0.7647 \ 0.3235 \ 0.3235)$$

por lo tanto:

$$T^2 = \frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2} (\bar{g}_1 - \bar{g}_2)^T S_{pl}^{-1} (\bar{g}_1 - \bar{g}_2) = 10.8598$$

mientras que:

$$T_{8, 66, 0.05}^2 = 18.571$$

Esto quiere decir que al 95% de confiabilidad el Grupo 1 y el Grupo 2 no parecen ser distintos.

## Cómic 2 Día de Competencia

El cómic 2 muestra diferencias estadísticas significativas entre el grupo de lectura y el grupo control. Los resultados estadísticos sugieren que se trata de dos poblaciones diferentes con lo cual se interpreta que el texto estímulo fue eficiente en comunicar la información sobre la nutrición durante el día de entrenamiento, ya que los individuos de éste grupo fueron capaces de señalar los errores cometidos por los atletas mejor que el grupo control (Tabla 2 y Figura 6).

PA	Lectura	Control
1	16	13
2	26	21
3	0	1
4	10	6
5	18	14
6	4	2
7	9	15
total	83	72
m	11.9	10.3
S	8.8	7.4

Tabla 2. Número total de aciertos del cómic 2 "Día de competencia".

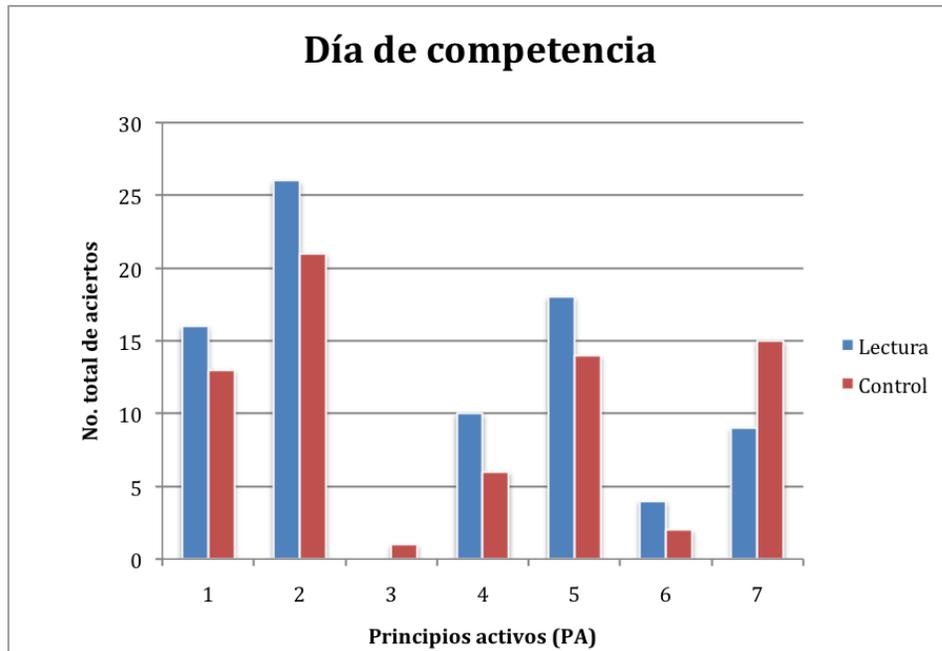


Figura 6. Gráfica donde se compara el número total de aciertos del comic día de competencia entre el grupo que tuvo lectura y el grupo control.

Para el Comic 2 estos son los resultados. La matriz de varianzas y covarianzas de cada grupo es:

$$S1 = \begin{pmatrix} 0.1292 & 0.0053 & -0.0419 & -0.0205 & 0.0535 & -0.0009 & -0.0071 & 0.0490 \\ 0.0053 & 0.1854 & 0.0428 & -0.0036 & 0.0053 & 0.0196 & 0.0357 & 0.0428 \\ -0.0419 & 0.0428 & 0.2255 & 0.1542 & 0.0036 & 0.0383 & 0.0036 & 0.0134 \\ -0.0205 & -0.0036 & 0.1542 & 0.2005 & -0.0053 & 0.0258 & -0.0053 & 0.0330 \\ 0.0535 & 0.0053 & 0.0036 & -0.0053 & 0.2353 & -0.0160 & -0.0071 & 0.0036 \\ -0.0009 & 0.0196 & 0.0383 & 0.0258 & -0.0160 & 0.1684 & 0.0446 & 0.0383 \\ -0.0071 & 0.0357 & 0.0036 & -0.0053 & -0.0071 & 0.0446 & 0.2353 & 0.0339 \\ 0.0490 & 0.0428 & 0.0134 & 0.0330 & 0.0036 & 0.0383 & 0.0339 & 0.2255 \end{pmatrix}$$

$$S2 = \begin{pmatrix} 0.2255 & -0.0116 & -0.0419 & -0.0624 & -0.0223 & 0.0125 & -0.0437 & 0.0472 \\ -0.0116 & 0.1292 & -0.0223 & -0.0267 & -0.0009 & 0.0357 & -0.0187 & -0.0187 \\ -0.0419 & -0.0223 & 0.1292 & 0.0945 & -0.0312 & -0.0250 & 0.0419 & -0.0187 \\ -0.0624 & -0.0267 & 0.0945 & 0.1497 & -0.0071 & -0.0178 & 0.0018 & 0.0018 \\ -0.0223 & -0.0009 & -0.0312 & -0.0071 & 0.1684 & -0.0107 & 0.0223 & 0.0526 \\ 0.0125 & 0.0357 & -0.0250 & -0.0178 & -0.0107 & 0.1854 & 0.0178 & -0.0125 \\ -0.0437 & -0.0187 & 0.0419 & 0.0018 & 0.0223 & 0.0178 & 0.2255 & -0.0169 \\ 0.0472 & -0.0187 & -0.0187 & 0.0018 & 0.0526 & -0.0125 & -0.0169 & 0.2255 \end{pmatrix}$$

$$S_{pl} = \begin{pmatrix} 0.1774 & -0.0031 & -0.0419 & -0.0414 & 0.0156 & 0.0058 & -0.0254 & 0.0481 \\ -0.0031 & 0.1573 & 0.0102 & -0.0152 & 0.0022 & 0.0276 & 0.0085 & 0.0120 \\ -0.0419 & 0.0102 & 0.1774 & 0.1243 & -0.0138 & 0.0067 & 0.0227 & -0.0027 \\ -0.0414 & -0.0152 & 0.1243 & 0.1751 & -0.0062 & 0.0040 & -0.0018 & 0.0174 \\ 0.0156 & 0.0022 & -0.0138 & -0.0062 & 0.2019 & -0.0134 & 0.0076 & 0.0281 \\ 0.0058 & 0.0276 & 0.0067 & 0.0040 & -0.0134 & 0.1769 & 0.0312 & 0.0129 \\ -0.0254 & 0.0085 & 0.0227 & -0.0018 & 0.0076 & 0.0312 & 0.2304 & 0.0085 \\ 0.0481 & 0.0120 & -0.0027 & 0.0174 & 0.0281 & 0.0129 & 0.0085 & 0.2255 \end{pmatrix}$$

Con ellas se debe construir el siguiente estadígrafo:

$$u = -2(1 - c_1) \log M$$

donde:

$$c_1 = \left[ \sum_{i=1}^2 \frac{1}{g_i} - \frac{1}{\sum_{i=1}^2 g_i} \right] \left[ \frac{2p^2 + 3p - 1}{6(p+1)(k-1)} \right] ; \quad M = \left( \frac{|S_1|}{|S_{pl}|} \right)^{\frac{g_1}{2}} \left( \frac{|S_2|}{|S_{pl}|} \right)^{\frac{g_2}{2}}$$

aquí  $P$  es el número de preguntas de la encuesta,  $g_i$  los grados de libertad de cada grupo y  $|S_i|$  el determinante de la matriz  $S_i$ .

Se sabe que:

$$u \sim c^2(p(p+1))$$

En este caso:

$$u = 26.2173 ; \quad c_{0.05}^2(72) = 58.1240$$

Por lo tanto se acepta la hipótesis nula de la igualdad de matrices de varianzas y covarianzas. Para decidir si los Grupos 1 y 2 pertenecen a diferentes poblaciones, debe usarse el siguiente estadígrafo:

$$T^2 = \frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2} (\bar{g}_1 - \bar{g}_2)^T S_{pl}^{-1} (\bar{g}_1 - \bar{g}_2) \square T_{p, n_1 + n_2 - 2}^2$$

Los valores de la distribución  $T^2$  de Hotelling pueden obtenerse en la Tabla A.7 de la página 558 del libro *Methods of Multivariate Analysis* de A. Rencher, John Wiley and Sons, 2002.

En nuestro caso:

$$\bar{g}_1 = (0.6176 \ 0.9118 \ 0.3529 \ 0.6471 \ 0.2059 \ 0.3824) ; \quad \bar{g}_2 = (0.4706 \ 0.6765 \ 0.2059 \ 0.5000 \ 0.0588 \ 0.4412)$$

por lo tanto:

$$T^2 = \frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2} (\bar{g}_1 - \bar{g}_2)^T S_{pl}^{-1} (\bar{g}_1 - \bar{g}_2) = 19.0449$$

mientras que:

$$T_{8, 66, 0.05}^2 = 14.485$$

Esto quiere decir de que al 95% de confiabilidad el Grupo 1 y el Grupo 2 se encuentran separados.

### Cómic 3 Día de Descanso

El cómic 3 muestra diferencias estadísticas significativas entre el grupo de lectura y el grupo control. Los resultados muestran que se trata de dos poblaciones diferentes (Tabla 3, Figura 7).

Este resultado resulta interesante ya que en 5 de las preguntas el grupo control respondió mejor que el grupo de lectura y en 4 ocurrió lo inverso. Los resultados pueden ser interpretados como que los cuatro principios activos en los que responde mejor el grupo de lectura fueron claros en el texto estímulo y los cinco donde el grupo control responde mejor, la información del texto estímulo no fue comunicada de manera adecuada, o incluso generó confusión en los participantes.

PA	Lectura	Control
1	10	4
2	19	8
3	5	8
4	18	20
5	7	9
6	14	13
7	9	16
8	4	1
9	9	15
total	95	94
m	10.6	10.4
S	5.4	6.1

Tabla 3. Número total de aciertos del comic 3 (Día de descanso).

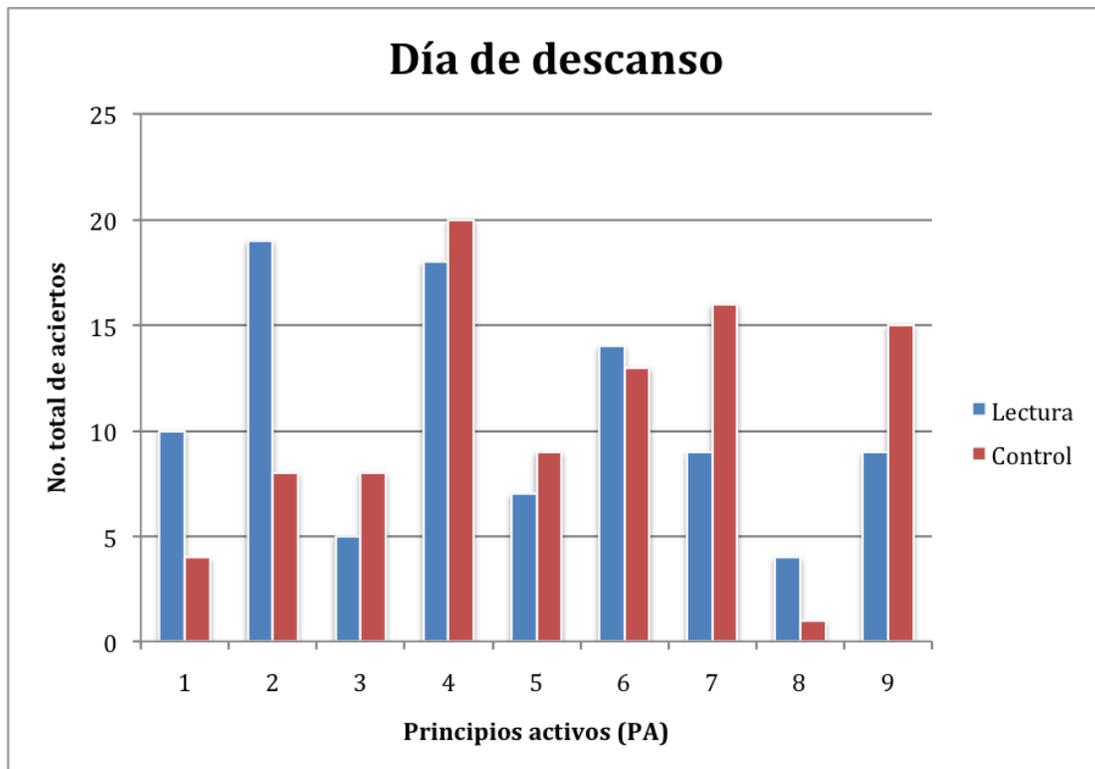


Figura 7. Gráfica donde se compara el número total de aciertos del comic día de competencia entre el grupo que tuvo lectura y el grupo control.

Para el cómic 3 estos son los resultados. La matriz de varianzas y covarianzas de cada grupo es:

$$S1 = \begin{pmatrix} 0.2353 & 0.0178 & -0.0232 & -0.0125 & -0.0553 & 0.0303 & -0.0374 & -0.0642 & -0.0071 \\ 0.0178 & 0.2433 & -0.0936 & -0.0294 & -0.0891 & -0.0152 & -0.0125 & -0.0517 & -0.0125 \\ -0.0232 & -0.0936 & 0.1292 & 0.0579 & 0.0250 & -0.0152 & -0.0232 & 0.0339 & -0.0535 \\ -0.0125 & -0.0294 & 0.0579 & 0.2433 & 0.0321 & 0.0152 & 0.0481 & 0.0089 & -0.0428 \\ -0.0553 & -0.0891 & 0.0250 & 0.0321 & 0.1854 & 0.0303 & 0.0053 & -0.0125 & 0.0053 \\ 0.0303 & -0.0152 & -0.0152 & 0.0152 & 0.0303 & 0.2576 & 0 & 0.0303 & 0.0606 \\ -0.0374 & -0.0125 & -0.0232 & 0.0481 & 0.0053 & 0 & 0.2353 & 0.0267 & 0.0535 \\ -0.0642 & -0.0517 & 0.0339 & 0.0089 & -0.0125 & 0.0303 & 0.0267 & 0.1497 & 0.0267 \\ -0.0071 & -0.0125 & -0.0535 & -0.0428 & 0.0053 & 0.0606 & 0.0535 & 0.0267 & 0.2353 \end{pmatrix}$$

$$S2 = \begin{pmatrix} 0.1497 & -0.0535 & 0.0071 & -0.0214 & 0.0374 & 0.0357 & -0.0553 & -0.0053 & -0.0303 \\ -0.0535 & 0.2139 & -0.0588 & -0.0053 & -0.0588 & -0.0517 & -0.0517 & -0.0089 & -0.0000 \\ 0.0071 & -0.0588 & 0.2139 & -0.0053 & 0.0018 & -0.0214 & 0.0089 & 0.0214 & -0.0303 \\ -0.0214 & -0.0053 & -0.0053 & 0.2433 & 0.0856 & 0.0642 & 0.0339 & 0.0116 & 0.1061 \\ 0.0374 & -0.0588 & 0.0018 & 0.0856 & 0.2139 & 0.0392 & 0.0392 & 0.0214 & 0.0303 \\ 0.0357 & -0.0517 & -0.0214 & 0.0642 & 0.0392 & 0.2567 & -0.0160 & -0.0143 & 0 \\ -0.0553 & -0.0517 & 0.0089 & 0.0339 & 0.0392 & -0.0160 & 0.2567 & 0.0160 & 0 \\ -0.0053 & -0.0089 & 0.0214 & 0.0116 & 0.0214 & -0.0143 & 0.0160 & 0.0294 & -0.0152 \\ -0.0303 & -0.0000 & -0.0303 & 0.1061 & 0.0303 & 0 & 0 & -0.0152 & 0.2576 \end{pmatrix}$$

$$S_{pl} = \begin{pmatrix} 0.1925 & -0.0178 & -0.0080 & -0.0169 & -0.0089 & 0.0330 & -0.0463 & -0.0348 & -0.0187 \\ -0.0178 & 0.2286 & -0.0762 & -0.0174 & -0.0740 & -0.0334 & -0.0321 & -0.0303 & -0.0062 \\ -0.0080 & -0.0762 & 0.1716 & 0.0263 & 0.0134 & -0.0183 & -0.0071 & 0.0276 & -0.0419 \\ -0.0169 & -0.0174 & 0.0263 & 0.2433 & 0.0588 & 0.0397 & 0.0410 & 0.0102 & 0.0316 \\ -0.0089 & -0.0740 & 0.0134 & 0.0588 & 0.1996 & 0.0348 & 0.0223 & 0.0045 & 0.0178 \\ 0.0330 & -0.0334 & -0.0183 & 0.0397 & 0.0348 & 0.2571 & -0.0080 & 0.0080 & 0.0303 \\ -0.0463 & -0.0321 & -0.0071 & 0.0410 & 0.0223 & -0.0080 & 0.2460 & 0.0214 & 0.0267 \\ -0.0348 & -0.0303 & 0.0276 & 0.0102 & 0.0045 & 0.0080 & 0.0214 & 0.0896 & 0.0058 \\ -0.0187 & -0.0062 & -0.0419 & 0.0316 & 0.0178 & 0.0303 & 0.0267 & 0.0058 & 0.2464 \end{pmatrix}$$

Con ellas se debe construir el siguiente estadígrafo:

$$u = -2(1 - c_1) \log M$$

donde:

$$c_1 = \left[ \sum_{i=1}^2 \frac{1}{g_i} - \frac{1}{\sum_{i=1}^2 g_i} \right] \left[ \frac{2p^2 + 3p - 1}{6(p+1)(k-1)} \right] ; \quad M = \left( \frac{|S_1|}{|S_{pl}|} \right)^{\frac{g_1}{2}} \left( \frac{|S_2|}{|S_{pl}|} \right)^{\frac{g_2}{2}}$$

aquí  $P$  es el número de preguntas de la encuesta,  $g_i$  los grados de libertad de cada grupo y  $|S_i|$  el determinante de la matriz  $S_i$ .

Se sabe que:

$$u \leq C^2(p(p+1))$$

En este caso:

$$u = 64.5241 ; \quad C_{0.05}^2(72) = 113.1453$$

Por lo tanto se acepta la hipótesis nula de la igualdad de matrices de varianzas y covarianzas. Para decidir si los Grupos 1 y 2 pertenecen a diferentes poblaciones, debe usarse el siguiente estadígrafo:

$$T^2 = \frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2} (\bar{g}_1 - \bar{g}_2)^T S_{pl}^{-1} (\bar{g}_1 - \bar{g}_2) \square T_{p, n_1 + n_2 - 2}^2$$

Los valores de la distribución  $T^2$  de Hotelling pueden obtenerse en la Tabla A.7 de la página 558 del libro *Methods of Multivariate Analysis*, de A. Rencher, John Wiley and Sons, 2002.

En nuestro caso:

$$\bar{g}_1 = (0.352 \ 0.617 \ 0.147 \ 0.617 \ 0.235 \ 0.500 \ 0.352 \ 0.176 \ 0.3529) ; \quad \bar{g}_2 = (0.176 \ 0.294 \ 0.294 \ 0.617 \ 0.294 \ 0.470 \ 0.470 \ 0.029 \ 0.5000)$$

por lo tanto:

$$T^2 = \frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2} (\bar{g}_1 - \bar{g}_2)^T S_{pl}^{-1} (\bar{g}_1 - \bar{g}_2) = 25.9373$$

mientras que:

$$T_{8, 66, 0.05}^2 = 20.676$$

Esto quiere decir que al 95% de confiabilidad el Grupo 1 y el Grupo 2 se encuentran separados.

En suma, el trabajo experimental muestra un caso donde el texto estímulo no parece tener ningún efecto en el grupo lector (día de entrenamiento) y dos donde el estímulo si produjo un efecto en la capacidad de identificar errores en las narrativas (día de competencia y día de descanso).



### **4.3 Limitaciones del estudio**

La presente investigación, en sentido estricto, representa un trabajo exploratorio del uso de la narrativa como instrumento de medición de textos de divulgación científica. Es necesario extender la muestra tanto en número como en diversidad de edades y formación académica de los participantes.

Es necesario, tanto depurar los cómics generados para la realizar una segunda prueba, como construir nuevas historietas ilustradas que evalúen otros textos de divulgación con otras temáticas.

### **4.4 Trabajo futuro**

Con la experiencia adquirida en la presente investigación se pretende realizar más pruebas utilizando los cómics tipo viñeta en proyectos de investigación en curso. Por ejemplo, se pretende utilizar este método en el proyecto “*Conversemos mamá*” en Santiago de Chile. Es un proyecto de divulgación de la ciencia que pretende comunicar información científica referente a la estimulación temprana para madres gestantes en zonas socioeconómicamente desfavorecidas. El proyecto involucra el uso de la narrativa como mecanismo de evaluación de la apropiación de la información comunicada a las madres.

## Conclusiones

El trabajo con los cómics-viñeta produjo retroalimentación importante en cuanto a la capacidad de comunicar ciencia del texto estímulo. Esta información fue muy valiosa para depurar los textos que aparecerán en la versión final del libro *Nutrición para el Deportista*.

El método empleado en esta investigación permitió evaluar la cantidad de información científica (sobre nutrición) recordada y aprendida por un grupo al cual se le expuso a un texto de divulgación. Esto representa una aportación importante al tema de la medición de la calidad en la comunicación científica.

Al ser un método innovador, la presente investigación puede ser considerada como exploratoria. Es necesario realizar más pruebas y ajustes para obtener información más precisa de cómo construir estas narrativas ilustradas tipo viñeta con fines de medición. Es importante por ejemplo conseguir una muestra con menor grado de escolaridad, ya que los estudiantes de la carrera de Biología cuentan con cierta información que pudo haber sesgado el estudio (caso donde el grupo control responde mejor que el grupo con lectura).

De igual forma las pruebas deben aplicarse a una muestra de mayor tamaño para conseguir información más detallada sobre la utilidad y alcance del método. Como primera aproximación, en este trabajo el análisis estadístico que se realizó indica si hay o no diferencias totales entre grupos, pero no da cuenta del detalle de las diferencias específicas que hubo entre los principios activos (errores). En trabajos futuros sería deseable incorporar análisis estadísticos como la prueba de rangos con signo de Wilcoxon. Esta prueba podría indicar cuáles de los principios activos funcionaron mejor en cada cómic.

El cómic tipo viñeta es una narrativa atractiva para los participantes, por lo cual representa un mecanismo de medición más amigable que otros métodos de evaluación como los cuestionarios, las encuestas o las escalas liker.

En suma, los resultados de esta investigación sugieren que los cómics tipo viñeta son una herramienta interesante para evaluar la comprensión de textos de divulgación científica y representan un método útil tanto para la educación como para la comunicación de la ciencia.

## Bibliografía

Acha, J. (1999). *Teoría del dibujo*. México, D.F.: Coyoacán.

Álvarez, A. (2005). *Escribir en español*. México: Porrúa

Ambía, G. M. y Negrete, A. (2016). *Nutrición para el deportista*. México: Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades (CEIICH). Universidad Autónoma de México (UNAM).

Appelbaum, P. M., (1995). *Popular culture, educational discourse, and mathematics*, Nueva York, University of New York Press.

Atkinson, P. A., (1990). *The ethnographic imagination: textual constructions of reality*, Londres, Routledge.

Audesirk, Teresa; et al (2012), *Biología. La vida en la Tierra con fisiología*, 9ª Edición, México, Pearson.

Avraamidou, L. y Osborne, J., (2009). "The Role of Narrative in Communicating Science", *International Journal of Science, Education*, 31:12, 1683-1707.

Baddeley, A. D., (1997). *Human memory: theory and practice*, Minneapolis, Allyn & Bacon.

Barter, C. & Renold, E. (2000). 'I wanna tell you a story': Exploring the application of vignettes in qualitative research with children and young people. *International Journal of Social Research Methodology*, 3(4), 307-323.

Barter, C., Renold, E., Berridge, D., & Cawson, P. (2004). *Peer violence in children's residential care*. Basingstoke, UK: Palgrave Macmillan.

Barter, C., & Renold, R. (1999). The use of vignettes in qualitative research. *Social Research Update*, 25. [Online: <http://sru.soc.surrey.ac.uk/SRU25.html>].

Bassols, M. y Torrent, A. (1997). *Modelos textuales: teoría y práctica*. España: Eumo-Octaedro.

Blades, D. W., (1997). *Procedures of power and curriculum change*, Nueva York, Peter Lang Publishing, Inc.

Bautista Lozada, A. y Perdomo Velázquez, H. (2012) "Divulgación de la ciencia, del terror a la passion". *Ciencia y Desarrollo*. No. 261. Septiembre-Octubre

Bruner, J. S. (1986). *Actual minds, possible words*, Boston, Harvard University Press, 56-134.

Bruner, J. S., (1988). "Two models of thought". En N. Mercer (ed.), *Language and literacy from an educational perspective*. Oxford: Open University Press, 365-371.

Burns, T. W., M. O'Connor y P. Stocklmayer, (2003). "Science communication: a contemporary definition", en *Public Understanding of Science*, 12.

COPUS, 1996, *So did it work? Evaluating public understanding of science event*, en [http://www.copus.org.uk/pub\\_guides\\_sodiditwork.html](http://www.copus.org.uk/pub_guides_sodiditwork.html).

Dahstrom, M.F., (2014). *Using narratives and storytelling to communicate science with nonexpert audiences*, USA

Erdelyi, M. H. Y J. B. Stein, (1981). "Recognition hypermnesia: the growth of recognition memory ( $d'$ ) over the time with repeated testing", en: *Cognition*, 9.

Estado de Nueva York. Departamento de Salud (2008). *Los esteroides anabólicos y los deportes: Ganar a cualquier costo*. New York: Departamento de Salud.

Finch, J. (1987). "Research Note: The Vignette Technique in Survey Research." *Sociology* 21:105-114.

Gallas, K. (1995). *Talking their way into science: Hearing children's questions and theories, responding with curricula*, Nueva York, Teachers' College Press, 1995.

Gardner, H., (1983). *Multiple intelligences: The theory in practice*, Nueva York, Basic Books.

Gee, J. P., (1991). *A linguistic approach to narrative*, en *Journal of narrative and Life History*, 1.

Goatly, A., (1997). *The language of metaphors*, Londres, Routledge.

Gough, N., (1993). *Laboratories in fiction: Science education and popular media*, Geelong, Deakin University.

Greenfield, S., (2000). *Brain story and the private life of the brain*, London, Penguin.

Gregory, J. y Miller, S. (1998). *Science in public: Communication, culture and credibility*, Boston: Plenum Press.

Harré, R., J. Brockmeier y P. Muhlhausen, (1999). *Greenspeak: A study of environmental discourse*, London: SAGE Publications.

Herrera, A. (2000). "Ética y Ecología", en: Villoro, Luis (coordinador), *Los linderos de la ética*, México: Siglo XXI, pp. 134-152.

Hosler, J, y K. B. Boomer. (2011). "Are comic books an effective way to engage nonmajors in learning and appreciating science?" *CBE Life Sciences Education*, 10.3: 309–317.

Hughes, R. (1998). "Considering the Vignette Technique and its Application to a Study of Drug Injecting and HIV Risk and Safer behavior", *Sociology of Health and Illness* 20 (3) pp.381- 400.

Instituto de Ciencia y Tecnología (2010). *Comunicado de Prensa ICYTDF/03/10*. Recuperado el 10 de abril de 2104, de <http://www.icyt.df.gob.mx/programas-transversales/difusion-del-trabajo-del-icytdf/comunicados-icytdf/408-comic-sobre-cancer-de-mama>

Kakalios, J., Krauss, L. and Crespo, P. (2006). *La física de los superhéroes*. Teià: Ma Non Troppo.

Krauss, L. (2012). *La física de "Star Trek"*. Pamplona: Laetoli.

Kraus, A. y Cabral, A. (2000). "Ética y Biología", en: Villoro, Luis (coordinador), *Los linderos de la ética*, México: Siglo XXI, pp. 109-133.

Lakoff, G. y M. Johnson, (1981). *Metaphores we live by*, Chicago, The University of Chicago Press.

Leibman, A. K., Juarez, P. M., Leyva, C., & Corona, A. (2007). "A pilot program using Promotoras de salud to educate farm worker families about the risks from pesticide exposure". *Journal of Agromedicine*, 12(2), 33-43.

Martin, E. (2006). "Research Report Series: Vignettes and Respondent Debriefings for Questionnaire Design and Evaluation". *Survey Methodology* 8:1-23.

McCloud, S., (1993). *L'art invisible*, Florencia, Vertige Graphic.

MacCloud, S. (1995). *Cómo se hace un cómic: el arte invisible*. Madrid: Ediciones B

Miller, A., (1996). *Insights of genius*, Londres, Springer-Verlag.

Mitchell, W.J. T., (1981). *On narrative*, Chicago, Chicago University Press.

Negrete, A. Y C. Lartigue, (2004). *Learning from education to communicate science as a good story*, en Endeavour, 28.

Negrete, A. (2012). *La divulgación de la ciencia a través de formas narrativas*, México: Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades (CEIICH) y Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DNDC) de la Universidad Autónoma de México (UNAM).

Negrete, A. (2011). "Análisis Estructural de dos Cómics Populares en México como Modelos Narrativos para la Comunicación de Información Científica Médica (Sida)". *Claves del Pensamiento*, 5(9), pp. 11-24

Negrete A. 2009. *So what did you learn from the story? Science communication via narratives*. VDM Verlag & Co. ISBN 978-3-639-193556-5

Negrete, A. (2008). *Divulgación de la ciencia a través de formas narrativas*. México: Dirección General de Divulgación de la Ciencia- Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades-UNAM

Negrete, A. and Lartigue C. (2011). The science of telling stories: Evaluating science communication via narratives (RIRC method). *Journal of Media and Communication Studies* Vol. 2(4), pp. 98-110, April 2010

O'Brian, L., (2000). *Learn to remember*, Nueva York, Duncan Baird Publishers.

Propp, V. (2000). *Raíces históricas del cuento*. (3ª Ed.). México: Editorial Colofón

Propp, V. I., (1968). *Morfology of the folktale*, En L.A. Wagner (ed.), Austin TX y Londres, University of Texas Press.

Ruíz, L. (2011). "La práctica de la lectura de los comics: legitimidad e impacto en la biblioteca". En: Ramírez, L. E. M. *Seminario La lectura en el mundo de los jóvenes ¿una actividad en riesgo?* México: Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 223-233

Sánchez, A. M., (1998). *La divulgación de la ciencia como literatura*, México, Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM.

Sánchez, J. y Mingote, A. (2008). *¡Viva la Ciencia!* España: Editorial Crítica.

Setouhy, M.A., Rio, F. (2003). "Stigma reduction and improved knowledge and attitudes towards filariasis using a comic book for children". *J. J Egypt Soc Parasitol*. 2003 Apr; 33(1):55-65

Sánchez, M. A. M. (2010). *Introducción a la comunicación escrita de la ciencia*. México: Universidad Veracruzana.

Silverman, D., (2003). *Interpreting qualitative data: methos for analysing talk, text and interaction*, Londres, SAGE Publications Ltd.

Shepard, R., (1988). "The imagination of a cientis", en K. Egan y D. Nadaner (eds.), *Imagination and Education*, Nueva york, Open University Press.

Sutton, C., (1992). *Words, science, and learning*, Buckingham, Open University Press.

Taber, K. S., (2001). When the analogy breaks down: modelling the atom on the solar system, en *Physics Education*, 16.

Van Dijk, T. (1983). *La ciencia del texto*. Buenos Aires, Argentina: Paidós

Willis, C., (1998). "Science in science fiction: a writer's perspective", en J. H. Stocker (ed.), *Science in Science Fiction*, Londres, Longman.

Wilks, T. (2004). "The use of vignettes in qualitative research into social work values". *Qualitative Social Work*, 3, 78-87.

Yates, F. A. (1992). *The art of memory*. London, Pilmico.

Yuan, L., Manderson, L., Tempongko, M. S. B., Wei, W., & Aiguo, A. (2000). *The impact of educational videotapes on water contact behaviour of primary school students in the Dongting Lakes Region, China*. *Tropical Medicine and International Health*, 5(8): 538-544.

## Apéndice I

# Nutrición para entrenar y competir

---

La nutrición adecuada ayuda a los deportistas a llevar a cabo sus competencias y entrenamientos a un nivel óptimo. Es importante que cada deportista conozca las necesidades energéticas que su deporte implica así como las estrategias nutricionales que requiere antes, durante y después de cada entrenamiento o competencia.

Es importante recordar que el total de las calorías que debemos de consumir al día debe de dividirse entre 4 o 5 comidas, no importa si se trata del día de entrenamiento, el de competencia o el de descanso.

### **Nutrición pre ejercicio:**

El agotamiento de los depósitos de glucógeno en el cuerpo es una de las principales causas de fatiga durante el ejercicio prolongado por lo que consumir una adecuada cantidad de carbohidratos para tener suficiente glucógeno almacenado en hígado y músculos es uno de los principales objetivos para la preparación pre ejercicio. Otros objetivos son: proporcionar una adecuada hidratación, prevenir el hambre así como molestias gastrointestinales durante la competencia o entrenamiento y fortalecer al sistema inmune. Esto último debido a que la baja de glucógeno estimula la producción de hormonas de estrés poniendo en riesgo al sistema inmune.

### *Carga de carbohidratos:*

Para un buen desempeño en deportes de larga duración (90 minutos en adelante), se debe de consumir una dieta con mayor contenido de carbohidratos que la que consume un individuo promedio y realizar menor cantidad de ejercicio del habitual, en los días previos al evento. A esto se le llama “carga de carbohidratos” y su objetivo es llenar los depósitos de glucógeno para evitar su agotamiento y así prolongar el ejercicio, mejorar el desempeño, así como retardar la fatiga.

La carga de carbohidratos depende de los siguientes factores: peso y estatura de cada individuo, sexo (en las mujeres, por ejemplo, depende de la fase del ciclo menstrual), tipo de ejercicio, intensidad y duración del evento.

*Comida pre entrenamiento o pre competencia:*

Es muy importante siempre consumir alimentos y bebidas antes de realizar ejercicio para así evitar el uso de proteína o el consumo de músculos como combustible durante la realización de este. Los alimentos y bebidas que se consuman en las horas previas a realizar ejercicio tienen un papel importante en la acumulación de glucógeno y en la hidratación. Preferentemente, la última comida debe ser de 1 a 4 horas antes del entrenamiento o competencia, el atleta debe quedar satisfecho y sin molestias digestivas. La última ingesta debe contener alimentos de fácil digestión y debe considerar gustos así como necesidades de cada deportista. No es recomendable experimentar con nuevos alimentos en las competencias. Lo ideal es experimentar durante los entrenamientos. Esto se debe a que no se sabe (no existe la experiencia previa) de si este nuevo alimento causará molestias gastrointestinales durante el ejercicio.

La comida pre entrenamiento o competencia debe de incluir alimentos con alto contenido de carbohidratos, especialmente si es un ejercicio muy prolongado o que se realiza durante la mañana. El contenido de carbohidratos depende del peso corporal de cada individuo y de la actividad que va a realizar. Se puede consumir carbohidratos en diferentes formas: jugos, frutas, cereales, pan, tortilla, leche, yogurt, etc. La comida pre entrenamiento debe también contener proteínas pero con moderación y un bajo contenido de grasas, ya que el consumo de grasas puede ocasionar molestias gastrointestinales causando un menor desempeño durante el ejercicio. Antes de hacer ejercicio, es importante evitar alimentos con alto contenido de grasa como: quesadillas, sopes, tacos fritos, papas fritas, queso manchego, gouda, salsas o aderezos cremosos, carnitas, etc.

Algunos ejemplos de comida que se recomienda consumir antes de hacer ejercicio es:

- ❖ Jugo de fruta, cereal con leche descremada, almendras y plátano.
- ❖ Jugo de fruta, sándwich de cajeta, mermelada o queso panela y leche descremada
- ❖ Pasta con jitomate, pollo asado, ensalada, pan y gelatina
- ❖ Arroz blanco, pescado a la plancha o empapelado, ensalada y mango.
- ❖ Suplementos líquidos

Si se ingieren alimentos durante la hora anterior al entrenamiento o competencia, estos deben de ser un poco más ligeros pero su proporción debe de ser la misma: mayor contenido de carbohidratos, moderado contenido de proteínas y bajo contenido de grasas. Algunos ejemplos son:

- ❖ Jugo de frutas y pan con queso
- ❖ Licuado de leche y proteína de suero de leche (*whey protein*) y una fruta
- ❖ Pan con mantequilla de cacahuete, mermelada y una fruta
- ❖ Quesadilla y jugo de fruta
- ❖ Yogurt con fruta y granola

### **Comer durante el entrenamiento o competencia**

La cantidad de glucógeno que podemos almacenar en el hígado y los músculos depende del tamaño de cada individuo, en promedio, una persona sedentaria de 70 kg de peso puede almacenar de 300 a 400 gr. A medida que una persona va mejorando su condición física al realizar ejercicio aeróbico, su capacidad para almacenar glucógeno va también en aumento. Durante la realización de ejercicio aeróbico nuestro cuerpo utiliza en promedio de 3 a 4 gr de glucógeno por minuto, el cual es consumido por completo en 90 minutos, si no hay ingesta adicional de carbohidratos. Si se llegaran a terminar los depósitos de glucógeno el individuo se fatigaría y no podría continuar con el ejercicio. Si, en su lugar, se consumen

carbohidratos durante el ejercicio, se utilizarán como combustible en el momento, ahorrando así los depósitos de glucógeno en el hígado así como en los músculos, evitando también la fatiga y síntomas como el mareo, las náuseas así como la desorientación. Consumir carbohidratos durante el ejercicio fortalece al sistema inmune, el cual, como ya se dijo, se ve comprometido al realizar ejercicio muy intenso o de larga duración.

El tipo de alimentos y de bebidas que debe consumirse durante el ejercicio depende de diferentes factores como el tiempo, el clima, el tipo de ejercicio, la comida pre ejercicio y el estado de salud del individuo. Debido a su rápida absorción en el intestino y por lo tanto su rápida disponibilidad en sangre, el consumo de azúcares o polisacáridos es lo más efectivo para mejorar el rendimiento de un deportista. Las bebidas deportivas y geles deportivos contienen polisacáridos. Es importante no diluir ni concentrar las bebidas hidratantes debido a que su absorción en el intestino sería modificada lo cual puede afectar la hidratación del individuo. Una buena hidratación así como un buen suministro de glucógeno evitará durante la carrera síntomas no deseados como el mareo, los calambres la debilidad, la vista borrosa y la fatiga.

La cantidad de carbohidratos que nuestro cuerpo puede procesar es aproximadamente 1 gramo por minuto por lo que se recomienda consumir de 60 a 90 gr por hora. Los carbohidratos que se llegan a consumir en exceso pueden ocasionar molestias gastrointestinales ya que la habilidad de nuestro cuerpo de utilizarlos como energía tiene un límite. Es importante insistir que lo que aquí se expone es una guía general que se debe de ajustar a las necesidades de cada individuo y cada deporte.

El consumo de carbohidratos durante el ejercicio no aeróbico (fútbol, tenis, crossfit, etc.), en el que no se ven comprometidos los depósitos de glucógeno, tiene otro tipo de beneficios como el caso de las habilidades mentales (concentración) ya que el cerebro trabaja también con glucógeno.

El consumo de grasas durante el ejercicio no es recomendable debido a que la digestión de estas es un proceso más lento, el cual retrasa la digestión de los carbohidratos cuyo procesamiento es necesario que se realice de manera rápida para garantizar la disponibilidad de glucosa en el torrente sanguíneo. Por esta razón es necesario evitar, durante el ejercicio, alimentos como nueces, almendras, cacahuates, chocolates, etc. Por otro lado, el consumo de proteína combinado con carbohidratos durante el ejercicio de fuerza (por ejemplo las pesas) se ha visto que favorece la formación de masa muscular.

#### Alimentación después de entrenar o competir

La recuperación es una parte esencial del entrenamiento para los atletas, sobre todo para los que en un día tienen más de una sesión de entrenamiento o quien tiene 24 horas de descanso entre cada sesión. Durante las competencias de ciertos deportes como la natación o el atletismo, el deportista debe de participar en varias pruebas al día por lo que la recuperación es fundamental para que llegue bien preparado tanto a la primera competencia como a las sucesivas.

Durante el periodo de recuperación el cuerpo realiza una serie de adaptaciones fisiológicas, permitiendo que el individuo se vuelva más delgado, fuerte y/ o rápido. En este periodo se repone el glucógeno del músculo y del hígado que se utilizó en el ejercicio, se recuperan líquidos y electrolitos perdidos y se llevan a cabo otros procesos de regeneración, reparación y adaptación demandados por el ejercicio.

Para reponer los depósitos de glucógeno la comida post ejercicio debe de contener carbohidratos, preferentemente azúcar, que sean de fácil digestión. En la comida post ejercicio se puede incluir proteínas además de carbohidratos para potenciar la resíntesis de glucógeno muscular y tener una adecuada recuperación muscular. Algunos ejemplos de comida post ejercicio son:

- ❖ Leche de soya o de vaca con chocolate

- ❖ Barra de cereal
- ❖ Fruta
- ❖ Sándwich de mermelada o de cajeta
- ❖ Yogurt de frutas
- ❖ Sándwich de queso panela o pavo
- ❖ Bebida deportiva

El momento en el que se debe de consumir la comida post entrenamiento depende de: la duración e intensidad del ejercicio y el tiempo que transcurrirá antes del próximo entrenamiento. Lo ideal es consumirla antes de que transcurra 1 hora, si hay otro entrenamiento en las próximas 24 horas. Si el próximo entrenamiento es en 48 horas o más, entonces no es necesario comer inmediatamente después de hacer ejercicio.

El tipo de proteína que más se recomienda para la recuperación post ejercicio es la de suero de leche o whey protein debido al alto contenido de amino ácidos esenciales, en especial leucina. Esta proteína favorece a la formación de masa muscular al consumirse después de un entrenamiento de fuerza o muy prolongado. La proteína de soya es la segunda mejor opción para recuperación después de hacer ejercicio.

Se debe de evitar el consumo de grasas en la comida post ejercicio especialmente si se realizó ejercicio de duración prolongada debido a que estas ocasionan una menor recuperación de glucógeno muscular. Por lo que se deben de evitar alimentos fritos, capeados o empanizados, leche entera, chocolates, nueces, almendras, cacahuates, crema, chicharrón, etc.

La comida post ejercicio tiene una función importante en el mantenimiento de nuestro sistema inmune. Recordemos que cuando realizamos un ejercicio muy intenso o muy prolongado nuestro cuerpo se encuentra en alta demanda de energía por lo que el sistema inmune se ve comprometido (escaso de recursos). Al

ingerir suficientes líquidos y carbohidratos promovemos su recuperación y con ello evitamos enfermarnos.

#### Alimentación en los días de descanso

El gasto energético total se ve también afectado por otros factores como: lesiones, enfermedades, descanso, temporada de entrenamiento, vacaciones, etc. Los días en los que no realizamos ejercicio el gasto energético total es menor por lo que debemos de consumir menor cantidad de energía. La falta de descanso en los deportistas puede ocasionar una baja en el rendimiento deportivo, funcionamiento cognitivo y tiempo de reacción. La hormona de crecimiento funciona mientras dormimos, esta hormona favorece el desarrollo y reparamiento muscular. Lo ideal es que los adultos duerman 7 a 9 hrs. y los niños y adolescentes de 9 a 10 hrs.

## Apéndice II

### Cómic 1: "Día de entrenamiento"

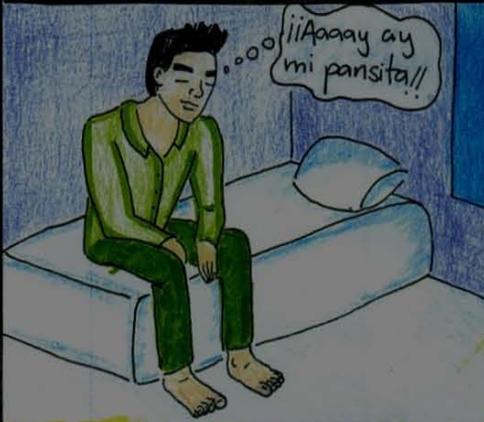


## **Cómic 2: “*Día de competencia*”**



Cómico 3: "Día de descanso"

Amanece y Johnny Godinez despierta con dolor de pansa, gracias a los tacos de carnitas que cenó en el "Puerco Feliz"



Para hidratarse toma su bebida favorita: el infalible chesco de cola. Después bebe un vaso grande de leche entera acompañado de varios panes dulces.

Como no es día de entrenamiento Johnny organiza un plan con sus cuates después de la chamba.



Saliendo del trabajo Johnny Godinez se dirige al centro de Coyacacán para ver a sus cuates. De pasada compra algo para despistar el hambre.

Johnny se encuentra con sus carnales en el Bar de siempre, donde platican muy agusto, chela tras chela.



Saliendo del bar se dirigen al "PUERCO FELIZ"