

# QUE ES LA BIOMECANICA Y SU INCIDENCIA PEDAGOGICA EN LA EDUCACION FISICA?\*

*Daniel Oliveros Wilches\*\**

Esta presentación de la Biomecánica en la palestra de la Educación Física obedece a la oportunidad muy cordial que la Asociación de Profesores de Educación Física nos ha brindado con motivo de este Congreso y por supuesto también obedece a la intención de presentar en sociedad a una ciencia joven en que ha empezado a influir notablemente en uno de los medios de la Educación Física, que es el Deporte. Pienso que los primeros años de biomecánica, seguirá contribuyendo a la Educación Física y que es prudente ambientar su influencia en nuestro medio.

La gran demanda que se ha exigido a Escuelas y Universidades de desarrollar deportistas ha estimulado grandemente la investigación en deportes. Los entrenadores han sido impedidos a hacer un tratamiento más científico de su área y se ha hecho un llamamiento a colegas-investigadores, se les ha dado datos y teorías para desarrollar técnicas de entrenamiento y dirección más avanzadas (Brancazio 1984).

Sin embargo, la investigación deportiva se ha organizado en grandes áreas que tienen un mismo objeto de estudio y se sobrepone en algunos campos. Uno de éstos es la Fisiología del Ejercicio que estudia las respuestas del cuerpo humano a los diferentes niveles de ejercicio y stress. Un campo muy cercano es la Medicina Deportiva que trata del diagnóstico, tratamiento y prevención de traumatismos y enfermedades deportivas.

Otra área de estudio es la Kinesiología, la cual ha sido definida como el estudio científico del movimiento humano (Brancazio, 1984). Dentro de esta rama se puede encontrar el análisis de habilidades motoras y aprendizaje motor que estudia los complicados procesos neuromusculares por medio de los cuales adquirimos, desarrollamos y mantenemos las coordinaciones de los movimientos y el pensamiento.

En el presente un campo de estudio que ha desarrollado un alto nivel es la BIOMECANICA. Esta nueva ciencia estudia los movimientos del hombre y del animal desde el punto de vista de las leyes mecánicas.

Podría decirse que es un campo o subárea de la Biofísica que es la que hace el estudio de los procesos biológicos con ayuda de las Leyes Físicas.

---

\*Ponencia presentada al II Congreso Colombiano de Educación Física. Bogotá (octubre 10-13 1985).

\*\* Profesor del Departamento de Educación Física de la Universidad Pedagógica Nacional.

Algunos autores como Hainaut la han denominado Cinesiología y contunden a la Kinesiología con la Biomecánica deportiva.

La realidad es que existen dos líneas biomecánicas bien definidas, la animal y la deportiva. De la primera no nos ocuparemos, pues es el campo de los biólogos y si de la segunda que estudia el movimiento deportivo con ayuda de las leyes de la mecánica y de la física en general. Con esto no quiere decir que existen límites o fronteras entre ellas, sino que todas se han nutrido de los adelantos que los demás han hecho.

La Biomecánica y de ahora en adelante me referiré así, para expresar la ciencia que estudia los fenómenos del movimiento humano en el campo de la Educación Física, con ayuda de las leyes físicas, ha sufrido una tremenda evolución con el desarrollo científico y tecnológico.

Desde la época de Leonardo Da Vinci (1452-1519) ya existía interés por averiguar las razones de movimiento del cuerpo humano. Los hermanos Weber en 1836 presentaron una "Mecánica del aparato humano de andar", pero fue con Marey hacia el año de 1880 con el desarrollo de la fotografía cronocíclica que empezó todo un esfuerzo científico en este campo. Hacia 1940, los registros del movimiento llegaron al campo de la dinamografía, complementando la cinematografía y aportando nuevas luces al estudio biomecánico del movimiento.

La biomecánica sufrió también las presiones que todas las ciencias recibieron con la restitución de los Juegos Olímpicos. La competencia Olímpica exigió nuevas técnicas, mejores implementos y diferentes procedimientos de enseñanza, lo que permitió un desarrollo paralelo con los resultados olímpicos.

Los computadores no se podrían quedar fuera de esta evolución de la biomecánica y es así como aparecen en la determinación del centro de gravedad y en los paquetes ideales de movimiento, como también en la ayuda

que brindan en los procesos estadísticos y de simulación del movimiento.

Uno de los grandes actuales en este campo es Bideon Ariel, quien por ejemplo ha analizado y comparado los saltos largos de Bob Beamon (8.90 m.) y Cari Lewis (8.71 m.) con ayuda del computador y llegado a conclusiones muy interesantes.

El futuro prevee el uso de tomografía, ultrasonido, holografía y otras técnicas modernas para hacer estudios de deformaciones, cambios en volúmenes y dinámicas de las partes del cuerpo o de los movimientos totales.

Pues bien, la Biomecánica ha llegado al punto que estudia el movimiento humano basado en Leyes Físicas pero con una tendencia a la Educación Física Deportiva y aún más. sin salir demasiado del laboratorio.

Esto no implica que la Educación Física no se nutra de este conocimiento puesto que. para todos es muy claro que el fenómeno deportivo es uno de los medios más usados en las tareas de la Educación Física.

La Biomecánica tiene ciertos campos de acción que pueden resumirse en los siguientes:

1. La mejor comprensión de fenómenos biológicos que contribuyen con otras ciencias a mejorar la salud y la condición física. En este campo estudia la estructura ósea y su comportamiento mecánico; los efectos de las cargas físicas en el desarrollo de los jóvenes; plantea las circunstancias de esfuerzo a que son sometidas las articulaciones durante el ejercicio y así prevenir lesiones. También estudia la disposición y estructurar muscular ayudando a comprender los fenómenos de contracción y los efectos de la tensión muscular en inserciones y articulaciones y los propios músculos.
2. El mejoramiento del diseño de equipo e implemento. Es así como ha contribuido al diseño de las máquinas universales y

nautius. las máquinas isocinéticas de Counsilman y otros, que no solo han sido usadas en el campo deportivo, sino también en el de la rehabilitación física.

3. El desarrollo de las técnicas deportivas, pues la biomecánica ha estudiado la morfología de movimientos de toda índole en el campo de la Educación Física. saltos, carreras, lanzamientos, natación, gimnasia en aparatos, esquí, etc.

Esto es demostrable muy fácilmente, pues la cantidad de revistas, revisiones y libros que sobre el tema existen han llegado a ser un número considerable, imposible de citar aquí.

Lo cierto es, como dice Brancajo en su libro *Sports Science* que: "detrás de cada exitosa técnica hay un concepto científico fundamental o una Ley Natural".

Existen diferentes formas de clasificar la biomecánica, algunos la dividen en biomecánica externa y biomecánica interna, según estudie los fenómenos del movimiento producidos por el cuerpo humano (externa) o los fenómenos internos corporales (interna).

Dependiendo de los rasgos que quieran determinarse puede hablarse de Biomecánica descriptiva o explicativa. La primera se basa en los aspectos de tiempos de duración, secuencia de acciones, trayectorias, velocidades, etc. que sólo informan sobre el movimiento, pero que no proporcionan las explicaciones a las causas o efectos del movimiento (Neumaier, 1985).

Sin tener en cuenta las diferentes tendencias clasificatorias, la biomecánica tiene como objeto de estudio las acciones motoras del hombre como sistemas de movimientos activos y las posturas del cuerpo humano durante las acciones motoras (Donskoi, 1971).

Su campo de estudio consiste en las causas mecánicas y biológicas del surgimiento de los movimientos y las particularidades de su eje-

cución y los efectos de éste (el movimiento) sobre objetos y demás hombres.

Los métodos de investigación usados en biomecánica son aquellos propios de esta ciencia y algunos auxiliares de otras ciencias que se dan solución a una tarea o problema biomecánico se convierten en biomecánicos. Es esto no es raro, pues lo mismo sucede y ha sucedido en otras ciencias.

El método de investigación en Biomecánica tiene un proceso característico de elaboración de los datos. Las etapas de este proceso son: el registro de las características del movimiento o de su efecto (cinemáticas o dinámicas), la elaboración de los resultados del registro y el análisis biomecánico.

El registro de las características permite la obtención de datos cuantitativos acerca de la acción investigada; la elaboración permite obtener menos datos que no habían sido registrados directamente, pero que con cálculos pueden obtenerse y el análisis biomecánico en sí. que consiste en establecer las regularidades del movimiento de acuerdo a principios biomecánicos establecidos.

Los métodos podrían clasificarse en:

1. Método de registro de características cinemáticas (espaciales, temporales y espacio-temporales).
2. Métodos de registro de características dinámicas (inerciales y de fuerza).
3. Métodos de registro de la actividad eléctrica muscular.
4. Métodos complejos de registro o combinados.

La etapa final de estos métodos, el análisis biomecánico, se hace determinando las características, presentando una estructura del movimiento y evaluando la efectividad de los movimientos según los movimientos, según los principios biomecánicos generales o particulares.

Los principios biomecánicos que ayudan en la tarea de análisis difieren según los autores. Koch. presenta seis principios, en tanto que Hochmuth cinco, y Donskoi lo hace en forma de axiomas particulares a cada clase de movimiento fundamental.

A modo de presentación de los principios plantearé algunos que hasta la fecha creo son valiosos en la etapa final del análisis biomecánico y lo serán para la práctica diaria de la Educación Física:

1. El maneto y control del cuerpo durante la acción puede estudiarse con base en las diferentes localizaciones que presenta el centro de gravedad corporal o parcial y también con las diferentes angulaciones articulares.
2. Un movimiento corporal con el que debe lograrse una alta velocidad final debe ir precedido de un movimiento de impulso de sentido contrario.
3. Para iniciar un movimiento es necesario prolongar los músculos que más actúan en el movimiento (sinérgicos) y así conseguir un nivel óptimo de impulso inicial.
4. Cuando un movimiento persigue una velocidad final alta mediante movimientos segmentarios, estos deben coordinarse de tal manera que sus velocidades lleguen al máximo en forma simultánea y controlar las direcciones de sus vectores para que la resultante sea la más efectiva.
5. La trayectoria de un objeto en una longitud debe tener una longitud que permita acelerar el objeto adecuadamente y una forma acorde a la tarea a realizar.
6. En los movimientos en qué manos o pies deben moverse rápidamente. la acción comienza por grupos musculares grandes y se modula a través de grupos intermedios para terminar en las manos o en los pies.
7. La distancia o altura del cuerpo o de un objeto proyectado depende de la altura

que se proyecta, relativa al punto de llegada; la velocidad y ángulo de proyección del objeto o del cuerpo. Según las circunstancias la resistencia del viento será un factor a considerar.

8. Para cada acción corporal existen siempre una reacción compensatoria de sentido contrario en un sector opuesto del cuerpo.
9. Las formas básicas de producir giros desde el suelo son el impulso excéntrico, el bloqueo del movimiento lineal y la transferencia del movimiento.
10. Durante la fase de vuelo en un movimiento se puede manejar la velocidad angular controlando la postura (momento de inercia) o girando partes del cuerpo en determinado sentido.
11. Los desplazamientos en el agua exigen manejo de la propulsión uniformemente acelerada, eliminar los movimientos opuestos al desplazamiento, una buena posición hidrodinámica y aprovechar el efecto de Bernoulli.

Una vez presentada la biomecánica, aunque en forma rápida y superficial, debo añadir que existen tendencias actuales que la promueven al diseño de modelos de movimiento y de análisis de factores básicos. Estos consisten en estudiar el movimiento desde el punto de vista de su resultado y analizar la contribución que las diferentes partes o acciones corporales hacen para la consecución de tal resultado.

Generalmente el resultado se divide en partes y así se estudia en cada fase a momento la influencia parcial de los segmentos corporales.

Sin embargo, como ya se había mencionado, un profesor de Educación Física no tiene acceso a equipos sofisticados de registro de características del movimiento.

Es decir, existe una desconexión entre el estado de esta ciencia y la práctica diaria del

profesor de Educación Física. Para conectar uno y otro o establecer una relación útil a la Pedagogía, es necesario que:

1. El profesor se interese en temas relacionados con la biomecánica.
2. El profesor pueda hacer con base en sus posibilidades, observaciones de movimientos sistemáticas, aun cuando sólo sean visuales. La técnica del video es una gran ayuda.
3. El profesor o grupos de profesores discutan las metodologías con criterios biomecánicos, además de los otros puntos de vista posible (psicológico, anatómico, sociológico, etc.).
4. Las instituciones educativas tiendan a mejorar las ayudas audiovisuales.
5. Los profesores puedan expresar en términos comunes a sus alumnos lo comprendido desde el punto de vista biomecánico.

Tal vez todos estos puntos sólo sean ideales pero el más real es el de la crítica metodológica.

La biomecánica permite dar pautas pedagógicas acerca del aprendizaje de movimientos, pues destaca factores determinantes en el éxito de una ejecución; también divide en fases los movimientos complicados, hecho que puede utilizarse en una metodología analítica; además los resultados de estudios biomecánicos y aún los libros presentan fi-

guras y fotografías que sirven como ayuda visual fundamental para la comprensión del movimiento.

Aquellos interesados en el proceso de mejorar la técnica de movimiento pueden usar un proceso de ejecución y corrección de acuerdo a los factores básicos del movimiento o según un protocolo de observación visual.

En resumen, la información biomecánica actual permite una mejor evaluación del movimiento en la Educación Física, pues aporta nuevos y naturales criterios.

Permite también, el establecimiento de técnicas más racionales y adecuadas al nivel del alumno (aprendizaje, mejoramiento, mantenimiento).

Y por último permite no sólo seleccionar los ejercicios más afines al movimiento, sino que ayuda a plantear medios y métodos más efectivos en la enseñanza de la técnica.

Aun cuando los resultados de la biomecánica están en el campo de la Educación Física Deportiva, siempre será posible aplicar gran parte de sus enseñanzas en la tarea diaria de la Educación Física escolar y de mantenimiento.

Tal vez en los próximos años, el desarrollo de nuestro país permita más y mejores oportunidades de Educación Física al pueblo colombiano y podamos hacer, —con un tratamiento más científico y a la vez más humana—, mejor nuestra tarea de guiar el aprendizaje en la Educación Física.