

---

# Efectos de un programa de restricciones ambientales en el aprendizaje de la digitación en la flauta en secundaria: una aproximación desde el aprendizaje motor

The Effects of an Environmental Constraints Program on the Flute Fingering Learning in Secondary School: An Approach from Motor Learning

---

**Juan Granda Vera**  
Universidad de Granada  
jgranda@ugr.es  
<https://orcid.org/0000-0001-6888-7785>

**Marco Antonio Lozano Chacón**  
Ministerio de Educación y Ciencia  
lozаноchacón@hotmail.com  
<https://orcid.org/0000-0003-4742-724X>

**José Carlos Barbero Álvarez**  
Universidad de Granada  
jcba@ugr.es  
<https://orcid.org/0000-0002-4055-6332>

---

## Fechas · Dates

Recibido: 2018-12-11  
Aceptado: 2018-01-09  
Publicado: 2018-12-27

---

## Cómo citar este trabajo · How to Cite this Paper

Granda, J., Lozano, M. A., & Barbero, J. C. (2018). Efectos de un programa de restricciones ambientales en el aprendizaje de la digitación en la flauta en secundaria: una aproximación desde el aprendizaje motor. *Publicaciones*, 48(2), 35–46. doi:10.30827/publicaciones.v48i2.8332

## Resumen

Los efectos de los patrones funcionales surgidos durante la adquisición bimanual de los movimientos de los dedos tocando flauta dulce bajo restricciones informacionales auditivas y visuales en la tarea instrumental, pueden contribuir a mejorar variables importantes relacionadas con la sincronización, precisión de la ejecución, pérdida de ritmo, entre otras variables. 147 alumnos de 3º curso de educación secundaria se sometieron a 5 variaciones de un programa de aprendizaje de flauta durante 12 sesiones de práctica. Los resultados muestran una resistencia al deterioro frente al resto de grupos en la prueba de retención, en variables importantes instrumentales como es el error de nota al grupo al que se aplicaron restricciones totales (GE1), aunque uno de los grupos sometido a restricciones parciales (GE3) también obtuvo mejoras estadísticamente significativas respecto al resto de grupos en otra variable importante como es la sincronización.

---

Palabras clave: aprendizaje motor; restricciones; digitación; educación secundaria

---

## Abstract

Functional patterns were observed as a result of the acquisition of bimanual finger movements through playing the recorder under auditory and visual informational constraints. These patterns may improve important variables related to synchronization, accuracy and loss of rhythm among others. 147 students of third grade of secondary school participated in 5 variations of a flute learning program during 12 practice sessions. The results show a resistance to deterioration in the retention test in important instrumental variables compared to other groups, such as the note error in the group in which total restrictions were applied. The partial restrictions (EG3) also obtained a positive significance level compared to the other groups in synchronization as well.

---

Key words: motor learning; constraints; fingering; secondary school

---

## Introducción

Es sabido que unas de las mayores preocupaciones de los investigadores en la adquisición de las habilidades motoras es comprender el proceso o mecanismo por el cual los individuos adquieren y modifican sus movimientos para alcanzar el objetivo de la tarea con un alto grado de eficacia y eficiencia.

Dentro de la teoría de los sistemas dinámicos (TSD), teoría que centra su objeto de estudio en las relaciones entre el ejecutante y el entorno o medio que le rodea, la adquisición de una habilidad motora se entiende como un comportamiento que surge de la interrelación entre la práctica y un conjunto de restricciones (*constraints* en la literatura inglesa) (Angulo-Barroso, Faciabén y Mauerberg-Decastro, 2011), categorizados en condicionantes del organismo, del entorno y de la tarea (Handford, Davids, Bennett y Button, 1997; Haken, Kelso y Bunz, 1985; Newell, 1986), siendo el impacto de estas tres categorías/variables en función de las circunstancias específicas, aunque sigue considerándose la práctica, el factor más importante para la mejora permanente de la capacidad de ejecución de una habilidad motora (Guadagnoli y Lee, 2004).

El papel de las restricciones como variable del aprendizaje durante la práctica cobra un especial interés desde la TSD, en tanto que afectan a la estabilidad de los patrones

funcionales de la coordinación de los ejecutantes (Araújo, Davids, Bennett, Button y Champan, 2004). Siendo importante la relación entre estabilidad y flexibilidad en el comportamiento de los sistemas dinámicos naturales, ya que, el principiante puede ser conceptualizado como un sistema dinámico de movimiento que busca estados estables y funcionales de coordinación (*atractores*) durante una actividad dirigida hacia una meta (Handford et al., 1997). Considerándose un patrón de comportamiento funcional aquel que apoya al ejecutante en la realización de esa meta específica de la tarea (Newell, Liu y Mayer-Kress, 2001), y que emergiendo la coordinación del movimiento bajo *restricciones*, actuarían recíprocamente aparejando los grados de libertad de las articulaciones del movimiento durante el aprendizaje (Araújo et al., 2004).

Las restricciones actúan ahí para presurizar el flujo del sistema dinámico del movimiento alrededor del contexto perceptivo-motor, diferenciándose tres categorías distintas de restricciones (Newell, 1996): del entorno, del organismo y de la tarea, destacando esta última por ser la utilizada en la presente investigación, siendo importante por contener información disponible de los contextos específicos del desempeño que los sujetos pueden utilizar para sus acciones (Araújo, 2006), como por ejemplo la restricción del audio y de la visión durante la adquisición de una tarea.

En definitiva, lo que se pretende al provocar la inestabilidad del sistema es permitir explorar nuevas organizaciones y coordinaciones motoras (Kelso, Scholz y Schöner, 1986), y en este caso las restricciones podrían jugar un papel clave en el aprendizaje motriz de tareas musicales. Sabiendo que la TSD define los sistemas que conforman a los individuos como sistemas abiertos, es decir, que se ven afectados por su interrelación o por las características específicas de la situación, estas características dinámicas permiten al sistema modificar su comportamiento en el tiempo, lo cual da al sistema la capacidad de continua autoorganización (Angulo-Barroso et al., 2011).

Para poder analizar el comportamiento del sistema, necesitaremos conocer los parámetros de control, concepto similar al de variable independiente como son las restricciones controladas. Éstos serán las variaciones ambientales que ocurren de forma natural o las manipulaciones específicas experimentales que llevan al sistema a los diferentes estados y producen el cambio. La autoorganización y sus consecuentes patrones emergentes estarán caracterizados por las variables colectivas del sistema, denominadas en Física los parámetros de orden. En la sinérgica, estos parámetros se crean por la cooperación entre las partes individuales del sistema, y a su vez, gobernarán o condicionarán el comportamiento de estas partes (Torrents Martín, 2005). Sabiendo por ejemplo, que desde que se publicó el modelo Haken, Kelso y Bunz (1985) se pudieron identificar el parámetro de orden y el parámetro de control según la relación de fase de los dedos y frecuencia del movimiento respectivamente. Así, el número de variables colectivas o parámetros de orden de un sistema definirá los grados de libertad (grados que desde las máximas posibilidades de movimiento que tiene una articulación, se seleccionan aquellos que son eficaces para la ejecución concreta de un movimiento) (aunque reducidos tocando flauta), dependiendo de los componentes de dicho sistema y sus múltiples posibilidades para ordenarse, así como de los condicionantes a los que esté sometido (Torrents Martín, 2005).

A partir de estos estudios, la presente investigación tiene como objetivos analizar los efectos de la introducción de restricciones auditivas y/o visuales durante el proceso de aprendizaje de la flauta tiene sobre los errores de nota y la duración en su ejecución en un grupo de estudiantes de 3º grado de Educación Secundaria Obligatoria.

## Material y método

Como hipótesis de investigación se señala que los grupos sometidos a restricciones totales o parciales obtendrán mejores resultados que el grupo que práctica de forma tradicional o el grupo placebo.

## Participantes

En el experimento participaron 147 sujetos del tercer curso de educación secundaria obligatoria, con una media de edad de 14,81 años y con una experiencia previa a flauta adquirida en cursos previos de 4,5 años. Se solicitó y obtuvo la correspondiente autorización de padres o tutores (consentimiento informado) para la participación en el estudio de todos los participantes, cumpliéndose las normas éticas de la Declaración de Helsinki y de la Universidad de Granada.

## Materiales

Se utilizaron 147 flautas dulces modelo 9508 de *Hohner* que se custodiaron en el laboratorio de música para evitar prácticas fuera del programa de aprendizaje. Las pruebas de pretest, postest y retención se registraron con cámara digital JVC mini-DV y con el reproductor de audio WavePad de NCH para su posterior análisis.

## Diseño

El diseño de la investigación se concreta en un diseño factorial 2 x 3 x 5, con medidas pretest-postest y retención (ver *Tabla 1*).

Tabla 1

*Diseño de investigación*

	No privación auditiva	Si privación auditiva
No privación visual	Grupo Control	GE1 / GE3
Si privación visual	GE2	
Si instrucciones no relacionadas	Grupo Placebo	

Nota: Grupo Experimental 1 (GE1); Grupo Experimental 2 (GE2); Grupo Experimental 3 (GE3).

## Procedimiento

El centro donde se llevó a cabo el estudio fue el Instituto de Secundaria "Leopoldo Queipo", una vez obtenida la correspondiente autorización de la Dirección Provincial de Educación de Melilla. Gracias al programa de intervención todos los grupos reci-

bieron el mismo número de sesiones y de repeticiones de práctica tanto en pretest, postest y retención, con las siguientes condiciones para cada grupo: el grupo control (GC) (n = 29) aprendió con práctica continua/tradicional sin restricciones. El grupo experimental 1 (GE1) (n = 29) se sometió a restricciones totales auditivas a lo largo de la fase de adquisición. El grupo experimental 2 (GE2) (n = 30) se sometió a restricciones parciales visuales. El grupo experimental 3 (GE3) (n = 29) se sometió a restricciones parciales auditivas. El grupo placebo (GP) (n = 30) aprendió con práctica continua/tradicional sin restricciones, aunque recibió instrucciones sugestivas nada relacionadas con el aprendizaje instrumental de flauta dulce.

En la prueba de pretest, todos los grupos realizaron la misma tarea sin restricciones informacionales, tras un tiempo mínimo de aprendizaje de cuatro sesiones de una pieza musical simple (M1) a 43 pulsos por minuto (PPM) para equiparar posteriormente los grupos, a través de los datos recogidos a los cinco grupos experimentales, de forma que todos tuvieran las mismas características competenciales en flauta al inicio del programa de intervención.



Figura 1. Melodía 1. (M1) De equiparación de los grupos de pretest a 43 PPM.

Posteriormente, una vez obtenida la distribución de los grupos gracias al pretest, los 147 participantes realizaron el programa de intervención con sus respectivos grupos de la adquisición de la melodía 2 (M2 a 39 PPM) durante ocho sesiones. Como se indicó, cada grupo realizó el aprendizaje de la tarea con cada una de las condiciones indicadas: práctica continua sin restricción, con restricciones totales auditivas, restricciones parciales visuales y restricciones parciales auditivas (en determinados momentos de la fase de aprendizaje).



Figura 2. Melodía 2. (M2) Para la comparación de los grupos en postest a 39 PPM.

Finalizado este periodo de aprendizaje, cada grupo realizó la prueba postest.

En la prueba de retención, los grupos con la misma conformación que en la fase pretest y postest, realizaron la misma ejecución de la M2 a 39 PPM transcurridas cinco semanas desde la prueba de postest, y se les indicó a los participantes que no debían de realizar practica alguna flauta durante ese periodo de tiempo.

La variable independiente consistió en el programa de intervención, con 5 niveles de intervención: un grupo control sin restricciones, un grupo experimenta l1 con restricciones auditivas, un grupo experimental 2 con restricciones visuales, un grupo experimental 3 con restricciones auditivas en bloque y un grupo placebo sin restricciones

al que se dieron instrucciones que no tenían ningún efecto real sobre el aprendizaje de la flauta.

Las variables dependientes experimentales fueron los diferentes tipos de errores de nota que se consideraron:

- a. *Error de nota* es la ejecución de una nota diferente a la escrita en el pentagrama.
- b. *Error de sincronización* es aquel cuando la nota ejecutada no coincide temporalmente con el pulso del metrónomo, ya sea antes o después de haberse producido éste.
- c. *Error de pulso en blanco* o de pérdida de ritmo, se da cuando se produce una ausencia de ejecución que se corresponde con un pulso del metrónomo.
- d. *Error de nota falsa* o de pulsación por déficit de precisión en tapando de uno o varios orificios de la posición de una nota, es un déficit de exactitud, tan exigente en flauta que no permite ninguna galga de aire entre la yema y los orificios del cuerpo de la flauta, se produce otro sonido del registro más alto, es decir, armónicos y parciales superiores a la *fundamental* que se pretendía (Osorio, Knott y Osorio, 2012).
- e. *Duración*, resultado de cronometrar la ejecución en su totalidad, dando como error un exceso o déficit de segundos con respecto al tiempo de ejecución óptimo (los PPM del metrónomo es igual al número de notas por minuto).

## Análisis de datos

Para llevar a cabo el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 20.0. Para estudiar las posibles diferencias intergrupo se aplicó el estadístico ANOVA, con posterior prueba posthoc de Bonferroni para comprobar las diferencias existentes entre cada grupo. Para la comparación intragrupo se aplicó el estadístico T de Student para muestras relacionadas. Se consideró el valor de la significación con valores menores de .05.

## Resultados

Sometidos los datos a la prueba de homogeneidad de varianza de Levene, los resultados indicaron que no había diferencia significativa en la homogeneidad de los grupos (ver Tabla 2), por lo que es válido utilizar un estadístico paramétrico como ANOVA de un factor para ir comprobando la existencia de diferencias significativas intergrupos en cada una de las variables, previamente al comienzo del programa de intervención y asegurar que las diferencias que puedan hallar en las diferentes fases son debidas al programa de intervención y no a diferencias de nivel intergrupos existentes antes del comienzo del mismo.

Tabla 2

*ANOVA de un factor en pretest*

	F	P
Error de nota	2,471	0,114
Error de sincronización	2,301	0,123
Error de pulso en blanco	1,567	0,234
Error de nota falsa	0,578	0,679
Duración	1,051	0,385

En la tabla 3 se recogen los resultados del ANOVA de un factor en el postest, no encontrándose diferencias significativas en ninguna de las variables.

Tabla 3

*Estadística ANOVA de un factor en postest*

	F	P
Error de nota	0,322	0,863
Error de sincronización	1,14	0,341
Error de pulso en blanco	0,857	0,492
Error de nota falsa	0,448	0,773
Duración	0,575	0,681

En la fase de retención tampoco se recogen diferencias significativas entre los grupos de estudio (tabla 4), aunque si se encuentran diferencias significativas al someter los datos a la prueba POST-HOC, en la variable *error de sincronización* en el GC – GE1 ( $F = 6,739, P < 0,05$ ), GC – GP ( $F = 9,117, P < 0,05$ ).

Tabla 4

*Estadística ANOVA de un factor en retención*

	F	P
Error de nota	0,369	0,83
Error de sincronización	1,819	0,13
Error de pulso en blanco	0,871	0,484
Error de nota falsa	0,325	0,861
Duración	0,795	0,53

Los resultados muestran como no se han alcanzado diferencias significativas entre los diferentes grupos de estudio ni al final de la fase de adquisición ni en la fase de retención, lo que debemos entender como la nula influencia que restricciones auditivas y/o visuales tienen en el aprendizaje instrumental de la flauta dulce en alumnos de Educación Secundaria Obligatoria, pudiendo achacarse tal hecho, quizás, al tiempo de duración del proceso de adquisición (demasiado corto), la falta de continuidad entre las sesiones de prácticas (una práctica a la semana) o quizás a la falta de experiencia real de los alumnos con el instrumento musical.

Respecto a la comparación intragrupos, en el grupo control se encontraron diferencias en las variables error de nota ( $t=-2,746$   $p<0,05$ ) y duración ( $t=-3,003$   $p<0,01$ ) entre los datos del posttest y retención.

En el grupo GE1 se encuentran diferencias en las variables error de nota ( $t=-2,034$   $p<0,05$ ), error de nota falsa ( $t=-2,513$   $p<0,01$ ) y duración ( $t=-2,398$   $p<0,05$ ).

En cuanto al grupo GE2 se han encontrado diferencias significativas en las variables error de nota ( $t=-3,488$   $p<0,01$ ) y error de nota falsa ( $t=-2,942$   $p<0,01$ ).

El grupo GE3 presenta diferencias significativas en las variables error de nota ( $t=-3,249$   $p<0,01$ ), error de sincronización ( $t=-2,658$   $p<0,05$ ), error de nota falsa ( $t=-2,168$   $p<0,05$ ) y error de pulso en blanco ( $t=-2,114$   $p<0,05$ ).

En el grupo placebo no se encontraron diferencias significativas.

## Discusión

La presente investigación tenía como objetivos analizar los efectos de la introducción de restricciones auditivas y/o visuales durante el proceso de aprendizaje de la flauta tiene sobre los errores de nota y la duración en su ejecución en un grupo de estudiantes de 3º grado de Educación Secundaria Obligatoria.

Respecto a la primera cuestión, ya se apuntó la práctica es considerada generalmente el factor más importante para una mejora permanente de la capacidad de ejecución de una habilidad motora (Guadagnoli & Lee, 2004; Nourrit, Deschamps, Lauriot, Cailou y Delignieres, 2000), pero no es la única, debemos tener en consideración el resto de condicionantes del organismo, del entorno y de la tarea (Handford et al., 1997; Haken, Kelso y Bunz, 1985; Newell, 1996). Debido a que todo organismo biológico tiene un comportamiento no lineal, característica que implica que los resultados no siempre son predecibles, en ocasiones, debido a que una tarea es demasiado complicada o extensa que produce demasiada disrupción, abruma al sujeto y no consigue mejora en una prueba concreta (Granda, Barbero y Medina, 2005).

En cuanto a los resultados intragrupos, se han hallado diferencias significativas en la comparación intragrupos entre fases posttest – retención en todos los grupos de estudio en la variable *error de nota*, que muestra un deterioro del rendimiento de esta variable (aumento del nº de errores) común en todos los grupos en la fase de retención trascurridas las cinco semanas salvo en el GE1, pudiéndose afirmar que el paso del tiempo no deterioró significativamente gracias al patrón surgido durante la fase de adquisición (Angulo-Barroso et al., 2011).

Sabiendo que durante la adquisición, el parámetro de control clave del programa de intervención en el GE1 consistió en la restricción total del audio en la tarea (Kelso & Zanone, 2002), y por ende de las consecuencias sensoriales de su actuación en cuanto

al conocimiento del resultado. Los patrones de coordinación emergidos en este contexto en el GE1 dependieron de estos condicionantes y de cómo interactuaron entre sí, y de la dinámica intrínseca de los sujetos que proveyeron de un nuevo grupo de experiencias que le llevaron al descubrimiento de la respuesta (Torrents Martín, 2005).

Los patrones de coordinación perdieron estabilidad a medida que se acercaron a la zona de transición, que debió de ocurrir en algún punto de la fase de adquisición (Angulo-Barroso et al., 2011). El atractor en fase de los movimientos con el pulso del metrónomo benefició a la regularidad del movimiento (Court, Bennett, Williams y Davids, 2002) y por ende a la estabilidad de los patrones de coordinación que posteriormente fueron mostrados en la prueba de retención del GE1.

En cuanto a los errores de sincronización, resaltar el hecho de que se encuentran diferencias significativas positivas en el GE3, debido a la disminución significativa de la media de errores en la retención (26,17) con respecto a postest (32,21).

La percepción métrica en música es un estímulo que provoca la formación de un *patrón* en el sistema dinámico, el sistema sufre una bifurcación que corresponde al nacimiento de una oscilación automantenida que persiste incluso si temporalmente desaparece la pulsación (como sucede en muchas piezas musicales) (Large, 2000). Así, este tipo de patrones presentan estabilidad pero a la vez flexibilidad, puesto que si el ritmo cambia son capaces de adaptarse inmediatamente (Torrents Martín, 2005).

Los aprendices tuvieron un comportamiento dinámico y una relación bilateral con su entorno (Menayo, García, Moreno, Reina y García, 2010), en el caso del GE3, fue en esa interacción la que provocó los estados de desequilibrio al incorporar la restricción parcial auditiva en la tarea como parámetro de control (Araújo, 2006). Las inestabilidades que en un principio se alejaron de una ejecución óptima consiguen la estabilidad, siendo los atractores del sistema los responsables de lograr la nueva situación (Wallace, 1997). El patrón rítmico que se generó en el GE3 mostró un atractor en fase con respecto a la señal externa del ritmo del metrónomo regular en la prueba de retención extraordinariamente fuerte y estable.

Así, los patrones emergidos en el GE3 gracias a la autoorganización (Kelso y Zanone, 2002), proveyeron las sinergias responsables de ofrecer la respuesta adecuada en relación con los parámetros de velocidad y duración que se relacionan con la sincronización.

Debido a que la ganancia de corrección, aquella que consiste en el resultado de un rendimiento estable en el sentido de que un error de sincronización, un *tap* o pulsación ( $n$ ) se reduce progresivamente a lo largo de varios *tap* o pulsaciones sucesivas:  $n + 1$ ,  $n + 2$ , etc. (Elliott, Chua y Wing, 2016).

Y debido al patrón, el GE3 fue capaz de obtener una media de errores significativamente más baja (26,17) que el resto, en tanto que obtuvo una dinámica motriz con una ganancia de corrección superior. Hecho, en consonancia con los postulados de la TSD, ya que, en los sistemas físicos se pueden producir fenómenos de coordinación absoluta, pero no en los sistemas vivos, donde el estado de coordinación no se mantiene constantemente, sino que es relativamente estable, y se puede observar por los saltos entre acoplamiento y desacoplamiento o por los cambios entre radios de frecuencia y/o incluso relación de fase entre los componentes etc. (Amazeen, Amazeen y Beek 2001).

Respecto a la variable duración, los datos encontrados muestran, tanto en los grupos con práctica tradicional como con restricciones, diferencias no significativas debido

a que la variable fluctuó en diferentes direcciones por su dependencia con terceras variables que afectaron a la duración. Como se puede apreciar, las variables de error desincronización, pulso en blanco o error de nota han tenido comportamientos opuestos en las diferentes condiciones de los parámetros de control, hecho que afectó de diferente forma a la duración. Un ejemplo claro es el GE3, con restricciones parciales auditivas, obtuvo significancias negativas en error de pulso en blanco, hecho que afecta negativamente a la duración, mientras que en la misma prueba también tuvo significancias positivas en el error de sincronización, por lo que al fluctuar en direcciones contrarias ambas variables de error (debido a las características diferenciadas de su patrón coordinativo), le permitió evitar el deterioro de la variable duración como se observa en la Tabla 8.

En el caso del GC y GE1, sus patrones se comportaron de forma similar, aún siendo los parámetros de control diferentes y los parámetros de orden manteniéndose, hecho que no impidió que la variable duración progresara en la misma dirección, debido a que la estabilidad de los patrones coordinativos a la vez que su flexibilidad, van en función de los componentes que actúan y de sus propiedades biomecánicas, demostrando que la estabilidad temporal puede perderse cuando ciertos parámetros varían y que también puede mantenerse a pesar de que se recluyan o se supriman grados de libertad (Torrents Martín, 2005).

## Conclusiones

Los resultados alcanzados en la presente investigación no respaldan de forma clara la hipótesis planteada aunque algunas conclusiones parciales es necesario aportar.

Las restricciones auditivas durante la fase de adquisición muestran un comportamiento más eficiente del patrón en la retención en una de las variables más importantes en música, como es la de *error de nota*. Todos los grupos se deterioraron significativamente en el análisis intragrupo entre las fases postest y retención, indicando que el patrón surgido bajo la restricción total del GE1 es resistente al tiempo, siendo capaz de asignar los adecuados movimientos secuenciados relativos a las notas programadas. Si además, sopesamos los datos encontrados en la retención en la variable *error de sincronización* de la comparación intergrupos, indica que la restricción total puede ser tan eficaz como la práctica tradicional para mejorar la sincronización.

Por otro lado, debemos señalar que el GE3 con restricciones parciales auditivas es el único que muestra significancias positivas en la comparación intragrupos en la variable *error de sincronización*. Este tipo de restricción fue capaz de mejorar significativamente transcurridas cinco semanas, aunque es preciso señalar que aprecian significancias negativas en casi el resto de variables, indicando que la restricción parcial provocó muchas inestabilidades y perturbaciones en el sistema y no logró estabilidad en esas variables. Esto no es necesariamente negativo, ya que desde la TSD, las posibles fluctuaciones, lo que predicen es el cambio entre estados de coordinación, concepto que se relaciona con la desestabilización y luego estabilidad del nuevo patrón (Torrents Martín, 2005), y que durante la adquisición, el GE3 quizás sólo necesitara más tiempo para que se produjeran.

Se necesita más investigación, planteando un programa de intervención con sesiones más concentradas en el tiempo para confirmar o rechazar de una forma más definitiva el valor de las restricciones en el aprendizaje de la digitación motora.

## Referencias bibliográficas

- Amazeen, P. G., Amazeen, E. L., & Beek, P. J. (2001). Coupling of breathing and movement during manual wheelchair propulsion. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 27(5), 1243–1259.
- Angulo-Barroso, R., Faciabén, A. B., & Mauerberg-Decastro, E. (2011). El ángulo de fase y la fase relativa continua para la investigación de la coordinación motora/ PhaseAngles and Continuous Relative Phase for Research into Motor Coordination. *Apunts. Educació física i esports*, (103), 38.
- Araújo, D. (2006). *Tomada de decisao no desporto*. Lisboa: FMH Edições.
- Araújo, D., Davids, K., Bennett, S. J., Button, C., & Chapman, G. (2004). Emergence of sport skills under constraint. In A. M. Williams y N. J. Hodges (Eds.), *Skill Acquisition in Sport: Research, Theory and Practice* (pp. 409–433). London: Routledge, Taylor y Francis.
- Court, M. L. J., Bennett, S. J., Williams, A. M., & Davids, K. (2002). Local stability in coordinated rhythmic movements: fluctuations and relaxation times. *Human Movement Science*, 21, 39–60.
- Elliott, M. T., Chua, W. L., & Wing, A. M. (2016). Modelling single-person and multi-person event-based synchronisation. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 8, 167–174.
- Granda, J. G., Barbero, J. C., & Medina, M. M. (2005). Efecto de la organización de la práctica en la eficacia y estructura cinemática del codo en el lanzamiento en precisión en escolares de 5 años. *Publicaciones*, 35, 125–138.
- Guadagnoli, M. A., & Lee, T. D. (2004). Challenge point: a framework for conceptualizing the effects of various practice conditions in motor learning. *Journal of motor behavior*, 36(2), 212–224.
- Handford, C., Davids, K., Bennett, S., & Button, C. (1997). Skill acquisition in sport: Some applications of an evolving practice ecology. *Journal of Sport Sciences*, 15, 621–640.
- Haken, H., Kelso, J. S., & Bunz, H. (1985). A theoretical model of phase transitions in human hand movements. *Biological Cybernetics*, 51, 347–356.
- Kelso, J. A. S., Scholz, J. P., & Schöner, G. (1986). Non-equilibrium phase transitions in coordinated biological motion: Critical fluctuations. *Physics Letters A*, 118(6), 279–284.
- Kelso, J. A. S., & Zanone, P. G. (2002). Coordination dynamics of learning and transfer across different effector systems. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 28(4), 776–797.
- Large, E.W. (2000). On synchronizing movements to music. *Human Movement Science*, 19, 527–566.
- Menayo, R., García, J. P. F., Moreno, F. J., Reina, R., & García, J. A. (2010). Relación entre variabilidad de la práctica y variabilidad en la ejecución del servicio plano en tenis. *European Journal of Human Movement*, 25, 75–92.
- Newell, K. M. (1986). Change in movement and skill: learning, retention and transfer. In Latash, M. L. y Turvey, M. T. (Eds.), *Dexterity and its development* (pp. 393–430). Mahwah NJ: Erlbaum.
- Newell, K. M., Liu, Y. T., & Mayer-Kress, G. (2001). Time scales in motor learning and development. *Psychological Review*, 108(1), 57–82.

- Nourrit, D., Deschamps, T., Lauriot, B., Caillou, N., & Delignieres, D. (2000). The effects of required amplitude and practice on frequency stability and efficiency in a cyclical task. *Journal of Sports Sciences*, *18*(3), 201–12.
- Osorio, J. A., Knott, A. M., & Osorio, J. A. (2012). Aproximación a la síntesis de la música a través del análisis de Fourier. *Scientia Et Technica*, *XVII* (52), 129-135.
- Torrents Martín, C. (2005). *Teoría de los sistemas dinámicos y el entrenamiento deportivo*, La. Universidad de Barcelona.
- Wallace, S. (1997). Dynamic Pattern Perspective of Rhythmic Movement: A Tutorial. In H.N. Zelaznik, (Ed.). *Advances in Motor Learning and Control*, 155–193. Illinois: Human Kinetics.