

## ANÁLISIS DE LOS RITMOS DE RENDIMIENTO EN TAREAS MATEMÁTICAS. APORTACIONES DE LA CRONOPSICOLOGÍA EN LA EDUCACIÓN PRIMARIA

*Alsina i Pastells, A.  
Sáiz Roca, D.*

### INTRODUCCIÓN

El análisis del rendimiento matemático de los sujetos de edad escolar se ha realizado tradicionalmente desde distintos enfoques teóricos, entre los que destacan el pedagógico y el psicológico. Los estudios realizados desde la perspectiva pedagógica en el campo de la matemática escolar se han ocupado básicamente de analizar los posibles parámetros que pueden incidir en el rendimiento matemático de los escolares. En esta línea, destacan las investigaciones realizadas por autores como Arnal (1990); Etxeberría et al. (1993); García (1989); Nortes et al. (1989) o Quiles (1993), entre otros, que han investigado la influencia de variables tanto relativas a los factores del entorno relacionadas con el contexto educativo (ubicación geográfica, tipo de centro escolar, estatus social del alumnado, etc.) como vinculadas a los distintos elementos que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje (tipo de metodología, análisis de la función docente, etc.); mientras que desde el enfoque psicológico uno de los objetos de estudio, en el cual se sitúa el presente trabajo, consiste en detectar cuales son los ritmos de rendimiento, ejecución o performance con el fin de mejorar la programación de los horarios escolares, la planificación de los cuales viene orientándose en base a estudios realizados a principios de siglo (Sáiz y Sáiz, 1989). Concretamente, la Cronopsicología —término introducido por Fraisse (1980) con el fin de estudiar los ritmos de comportamiento por ellos mismos— ha sido la disciplina psicológica responsable de analizar dichas oscilaciones rítmicas. En los estudios bioperiódicos se han utilizado distintos materiales (Sáiz y Sáiz, 1989). Respecto a los centrados en escolares, (Baille y Testu, 1983; Baker et al., 1984; Davis, 1987; Estaún, 1993; Sáiz et al., 1993, 1994, 1997; Testu, 1983, 1984, 1986a, 1986b, 1988; Winch 1911, 1913a, 1913b; Zagar et al., 1983; entre otros) un número importante han analizado los ritmos de ejecución a partir de tareas matemáticas, posiblemente porque se trata de un material de estudio muy objetivable

en el campo que nos ocupa. En esta línea, Kilpatrick (1992) indica que desde los inicios de la psicología educativa las matemáticas han sido un vehículo popular para usar en las investigaciones sobre aprendizaje, a causa de: a) las consideraciones que contemplan su importante papel en el curriculum escolar; b) su relativa independencia de las influencias no escolares; c) su estructura jerárquica y acumulativa como materia escolar, su abstracción y arbitrariedad y d) el nivel de complejidad y dificultad que pueden proporcionar en el aprendizaje de tareas.

Las aportaciones contemporáneas más representativas en la línea anterior se deben sobretudo a los trabajos de Testu (1984, 1986a, 1986b, 1988, 1994a, 1994b), quien marca un perfil diario del rendimiento de los escolares franceses —medido básicamente a partir de actividades de cálculo y resolución de problemas— que se caracteriza por un nivel de performance relativamente bajo al iniciarse la jornada (8h-9h) que aumenta significativamente al final de la mañana (11h-12h); le sigue un descenso al inicio de la tarde (13:30-14.30h.) y después se incrementa para llegar a valores relativamente elevados entre las 15h-16h, aunque no todos los trabajos coinciden con este perfil (Sáiz et al., 1993), hecho que puede atribuirse a distintos factores como la ubicación geográfica de los sujetos, la motivación, las tareas previas y posteriores del horario escolar, etc. En relación a las oscilaciones semanales, las investigaciones cronopsicológicas realizadas en el contexto escolar permiten señalar los perfiles semanales de las capacidades intelectuales de los niños que, de forma general, constatan que el máximo rendimiento se manifiesta el jueves o el viernes por la mañana y el más bajo el lunes (Rodríguez et al., 1994).

En el presente estudio nos propusimos verificar si en las actividades matemáticas de cálculo aritmético (nº de aciertos en sumas y restas) y razonamiento lógico-matemático (nº de aciertos en resolución de problemas

y series lógicas) existe un ritmo de ejecución que produce rendimientos distintos en función de la hora del día y del día de la semana.

## MÉTODO

- **Sujetos:** La muestra inicial se compuso de 51 estudiantes (28 de 7-8 años de edad y 23 de 10-11 años de edad) de un centro público de Lloret de Mar que en el curso académico 94-95 estaban cursando 2º de C.I. y 1º de C.S. respectivamente. De éstos, se descartaron 10 por no reunir las condiciones exigidas, por lo que la muestra final la constituyeron 41 escolares (24 alumnos de 2º de C.I., cuya media fue de 7.90 años, y 17 alumnos de 1º de C.S. con una media de 11.03 años). Dichos grupos fueron seleccionados con el objeto de que fuesen lo más representativos posible desde un punto de vista evolutivo, por lo que sus edades coinciden a grandes rasgos con el inicio y el final de la etapa de las operaciones concretas establecida por Piaget (Piaget e Inhelder, 1969).

- **Material:** Se utilizaron distintas pruebas para analizar las habilidades matemáticas de los sujetos: cálculo (sumas y restas); razonamiento lógico-matemático (resolución de problemas aritméticos y series lógicas). Estas pruebas fueron elaboradas en su mayoría por el equipo de investigación sobre ritmos escolares del Laboratorio de Memoria del Departamento de Psicología de la Educación de la Universidad Autónoma de Barcelona o bien por los propios experimentadores. Se elaboraron las pruebas experimentales en base a los siguientes parámetros:

- cálculo: se presentaron 32 series de sumas (de tres dígitos inferiores a 9 en disposición horizontal) y 32 series de restas (de dos dígitos también en disposición horizontal).

- razonamiento lógico-matemático: se utilizaron 32 series de los problemas no publicados del Quinzet «*Problemas Graduados de Cálculo Mental*» de Barba y Segarra (5ª y 6ª revisiones) y 32 series de ejercicios de lógica que se diseñaron a partir de los Cuadernos de Reforzamiento y Recuperación de los Aprendizajes Básicos nº 2 (de iniciación) y 10 (de consolidación) de Yuste y García (1988, 1991); los cuadernos T.I.R.-3 de razonamiento verbal, numérico y lógico de Yuste, García e Iguacén (1985) y de razonamiento espacial de Yuste y Sánchez (1987); los cuadernos nº 8 y 9 ¡Un momento...déjame pensar! de Feuerstein (1973), además de series lógicas lineales de números y letras elaboradas específicamente para el estudio.

Para la medida del tiempo de administración de las pruebas se usó un cronómetro Sportmate 1/100.

- **Diseño y procedimiento:** Se establecieron dos grupos experimentales según el grupo clase al que pertenecían los sujetos y se analizó si la variable dependiente «rendimiento académico» en actividades matemáticas (medida a partir del nº de aciertos) manifestaba una actividad rítmica diaria y semanal en relación con las siguientes variables independientes, vinculadas a la planificación educativa:

- a) la hora del día: de acuerdo con estudios anteriores realizados por nuestro equipo consideramos oportuno mantener las mismas horas de muestreo, que coinciden con el inicio y fin de las sesiones escolares de mañana y tarde respectivamente: 9:10, 11:30, 15:10 y 16:30h.

- b) el día de la semana: siguiendo el mismo criterio, estimamos conveniente iniciar el estudio un jueves que junto con el viernes constituyeron los días de entrenamiento para que los sujetos se adaptaran a la situación experimental. La fase experimental se realizó en el transcurso de toda una semana escolar (de lunes a viernes) y prosiguió el lunes siguiente, para determinar el posible efecto del fin de semana.

- c) tipo de tarea: se utilizaron, como hemos indicado, las pruebas de sumas, restas, resolución de problemas y series lógicas.

Durante la investigación, los niños ocuparon siempre el mismo lugar en sus clases y el orden de administración de las pruebas fue siempre el mismo: prueba de sumas, restas, resolución de problemas y series lógicas. Cada tarea se realizaba durante un tiempo cronometrado de 3 minutos, excepto en la de resolución de problemas, que se utilizaron 4 minutos. El intervalo de tiempo entre prueba y prueba fue siempre de 1 minuto, y las instrucciones que se daban eran siempre exactamente idénticas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de nuestra investigación permiten evidenciar que efectivamente existe un ritmo de ejecución en escolares, interpretación genérica con la que coincidimos con los autores ya citados en la introducción que desde un enfoque cronopsicológico han realizado investigaciones relativas a parámetros comportamentales en el contexto educativo.

En relación al nivel de rendimiento en las distintas tareas matemáticas encontramos un nivel de ejecución superior de los sujetos de 10-11 años respecto los de 7-8 años en las tareas de sumas y restas, aspecto que es lógico encontrar. Sin embargo, este hecho no se repite en las tareas de resolución de problemas y series lógicas, posiblemente porque la dificultad de las pruebas estaba equilibrada a la edad de los niños. Respecto a las oscilaciones rítmicas, hemos detectado en nuestra

muestra una curva diaria de ejecución matemática idéntica en las tareas de sumas, restas y resolución de problemas, consistente en un aumento estadísticamente significativo de las puntuaciones en la segunda sesión ( $p < .001$ ) respecto la primera, seguido de un descenso ( $p < .001$ ) y una nueva recuperación durante el último muestreo de la jornada escolar, sin alcanzar los niveles de la segunda sesión de mañana. Estos resultados son congruentes con los de Rutenfranz y Hellbrügge (citados por Testu, 1992), quienes en 1957 realizaron un análisis de los patrones diarios de rendimiento en pruebas de cálculo y encontraron que los niños de 10-12 años obtienen sus mejores resultados entre las 10h-12h y entre las 15h-16h y los peores en la primera hora y a las 14h; los de Testu (1984), quien obtiene en una tarea de resolución de problemas aritméticos los máximos rendimientos diarios a las 11:45h. y a las 16:15h, y un descenso a las 13:40h. También Testu (1992), en una tarea de operaciones aritméticas a completar, obtiene un perfil diario que se caracteriza por un máximo a las 11h., una inflexión a las 13.45h. y un ascenso, aunque no tan pronunciado como a las 11h, a las 16h. Así, a pesar de que los horarios españoles son distintos de los franceses, observamos que los resultados coinciden en relación a la curva diaria. Una posible explicación de esta bioperiodicidad viene dada desde una perspectiva etnofisiológica (Soussignan et al., 1986; Kock et al., 1987; Soussignan et al., 1988) según la cual el inicio de la tarde se caracteriza por modificaciones fisiológicas y conductuales (consistentes sobretudo en un aumento de la somnolencia y una disminución de la vigilancia) que provocan un descenso del rendimiento, siendo los cambios más marcados en Primaria. En esta línea de análisis diaria de las performances matemáticas, nuestros resultados confirman una tendencia de los niños de 7-8 años a obtener mejores puntuaciones en el sumatorio de puntuaciones de mañana (ejecuciones de las 9:10h más las de las 11:30h.) también en las tareas de sumas, restas y resolución de problemas, mientras que en sujetos de 10-11 años se invierte la tendencia y obtienen mejores puntuaciones en horas de tarde, de acuerdo con Fisher y Ulich (citados por Testu, 1992) quienes en 1961 indican que el rendimiento en tareas de cálculo varía durante el día en función de la edad (el nivel más óptimo de rendimiento se sitúa más tarde en los niños más grandes). Igualmente, en nuestra investigación se confirma una tendencia de los niños de menos edad a puntuar mejor las últimas horas (11:30h, 16:30h) en las tareas matemáticas mencionadas. En sujetos de 10-11 años, este comportamiento se observa en las pruebas de restas y resolución de problemas. El trabajo de Sáiz et al. (1993) confirma, aunque de forma débil, nuestros resultados al obtener puntuaciones muy ajustadas entre las primeras horas y las últimas horas, favorables mayoritariamente a estas últimas.

Los resultados obtenidos en la prueba de series lógicas difieren de los del resto de tareas matemáticas estudiadas. Este ritmo de ejecución varía en función de la edad de los niños: en los de 7-8 años se produce un aumento hasta la tercera hora ( $p < .005$ ), y le sigue un descenso en la última sesión diaria ( $p < .005$ ); mientras que en los de 10-11 años se dibuja un perfil absolutamente contrario, es decir, un descenso hasta la tercera hora y un aumento en la última sesión experimental de la jornada. Un posible factor explicativo de las diferencias de ejecución entre esta tarea y las demás se basa en que en nuestro diseño experimental esta prueba se realizaba después de otras medidas que podían haber ocasionado una fatiga a los niños. Folkard (1975), obtiene en una muestra de niños de 8-11 años y 14 años respectivamente, un aumento de las puntuaciones desde las 8h. a las 14h., donde se inicia un descenso progresivo que va de las 17h. a las 20h. y a las 23h. Estos resultados obtenidos a partir de niños anglosajones se aproxima a los obtenidos por nuestros niños de menos edad (7-8 años).

Junto con el análisis relativo a la jornada escolar, diversos trabajos (Testu 1984, 1988; Sáiz et al., 1993) han examinado también este mismo fenómeno en relación a una semana entera, aspecto del que nos ocupamos en las próximas líneas. Desde la perspectiva semanal, pues, hemos obtenido unos máximos y mínimos semanales que difieren en función de la tarea y la edad de los niños, aunque globalmente observamos que en los niños de 7-8 años, las mejores puntuaciones semanales se sitúan los últimos días (jueves y viernes), y las peores el primer día de la semana (lunes), evidenciando que el lunes es un día de desincronización, como indica Testu (1992). Además, el descenso de las puntuaciones obtenidas el segundo lunes experimental nos permite corroborar este hecho, y a la vez determinar el efecto nocivo del fin de semana. Estos resultados coinciden, a grandes rasgos, con los encontrados por Testu (1984), Testu (1992) o Rodríguez et al. (1994) entre otros, quienes indican que el máximo rendimiento semanal en relación a las capacidades intelectuales se encuentra el jueves o viernes por la mañana, y el mínimo el lunes. Respecto a los niños de 10-11 años, los resultados encontrados son más dispares, lo cual atribuimos a distintas causas como el efecto de la práctica o bien la competitividad observadas durante el estudio.

## CONCLUSIONES

El análisis y discusión de los resultados nos lleva a plantear las conclusiones siguientes:

- La edad es un parámetro importante a tener presente en los ritmos de ejecución académica.
- Existe una ritmicidad diaria en las tareas matemáticas, que varía en función del contenido: a) cálculo

aritmético (suma y restas) y resolución de problemas; b) series lógicas.

- Una tendencia de los niños de menos edad a obtener mejores puntuaciones en el sumatorio de las horas de mañana en las tareas matemáticas con un componente importante de cálculo aritmético, mientras que en las tareas de series lógicas se obtienen mejores performances en horas de tarde, aunque queremos matizar que, a partir de un estudio global, las mejores puntuaciones se obtienen en las últimas sesiones de mañana y tarde de la jornada escolar partida, es decir, a las 11:30h. y a las 16:30h.
- Las mejores puntuaciones semanales en las tareas matemáticas coinciden mayoritariamente con los últimos días de la semana, mientras que las peores se observan los primeros días de la semana.

A partir del conjunto de conclusiones anteriores planteamos las siguientes propuestas y/o sugerimientos en el marco de la planificación educativa, aptos a nuestro entender para la gestión de los horarios de la clase de matemáticas en la Educación Primaria:

- Los mejores rendimientos diarios en tareas matemáticas se sitúan más tarde, como hemos indicado, cuánto mayores son los escolares, por lo que debería considerarse el hecho de situar esta área curricular en las últimas sesiones de mañana y tarde. Paralelamente, en las sesiones de inicio de la jornada escolar deberían reali-

zarse actividades de poco esfuerzo cognitivo, dada la necesidad de adaptación del organismo.

- Las mejores puntuaciones semanales coinciden mayoritariamente con los últimos días de la semana, mientras que las peores puntuaciones se observan durante los primeros días, por lo que en el marco del horario tendrían que ubicarse las actividades con un bajo componente cognitivo sobretudo el primer día de la semana, que es un día de readaptación y acomodación, y progresivamente ir colocando en el transcurso de la semana tareas matemáticas de mayor complejidad cognitiva.
- Finalizamos, pues, nuestras aportaciones con el deseo de haber provocado un aumento del interés de esta línea de estudio en el campo de la didáctica de la matemática y a la vez haber dado respuesta al interrogante que se plantea a menudo al efectuar los horarios escolares: ¿en qué sesiones diarias debemos situar la asignatura de matemáticas?, ya que, aún siendo conscientes de que existen otros parámetros como la motivación, etc. que juegan un papel importante en el rendimiento matemático de los niños, hemos querido dejar constancia del hecho de que existen otras variables intrínsecas en los escolares que dependen a menudo de los propios relojes biológicos o sincronizadores que influyen también en el rendimiento y que, por lo tanto, no podemos dejarlos de lado al planificar las actividades. En este sentido, las aportaciones de la cronobiología y la cronopsicología en el contexto de las didácticas específicas tienen mucho que decir.

## BIBLIOGRAFÍA

- ARNAL, J. (1990). Evaluación del rendimiento en matemáticas a través del Test de Instrucción «Matemáticas-58/5º E.G.B.». *Educar*, 17, 183-204.
- BAILLE, J. y TESTU, F. (1983). A propos de quelques problèmes multiplicatifs au CM2. *Revue Française de Pédagogie*, 65, 31-37.
- BAKER, M. A., HOLDING, D.H. y LOEB, M. (1984). Noise, sex and time of day in a mathematics task. *Ergonomics*, 27, 1, 67-80.
- BARBA, D. y SEGARRA, LL. (en prensa). *Problemes Graduats de càlcul Mental*, 5a-6a revisió.
- DAVIS, Z. T. (1987). The effect of time-of-day of instruction on eight-grade students' english and mathematics achievement. *High School Journal*, 71, 2, 78-80.
- ESTAÚN, S. (1993). Cronopsicología y Educación. En Asensio J. M., Estaún S., Feroso P., Gairín J., Mèlich J. C. y Pérez P. M., *El Tiempo en Educación* (153-217). Barcelona: PPU.
- ETXEBERRIA, C. M., LUKAS, J. F., DENDALUZE, I. y JOARISTI, L. (1993). La influencia de ciertas variables en el rendimiento en matemáticas en 6º de E.G.B. *Bordón*, 45, 1, 5-14.
- FEUERSTEIN, R. (1973). *¡Un Momento...Déjame Pensar!*, Instrumento nº 8 y nº 9. Madrid: Bruño.
- FOLKARD, S. (1975). Diurnal variation in logical reasoning. *British Journal of Psychology*, 66, 1, 1-8.
- FRAISSE, P. (1980). Éléments de chronopsychologie. *Le Travail Humain*, 43, 2, 353-372.
- GARCÍA, N. (1989). Incidencia de la metodología de estudio en el rendimiento escolar. *Revista de Ciencias de la Educación*, 140, 471-480.
- KILPATRICK, J. (1992). Historia de la investigación en educación matemática. A Kilpatrick, J., Rico, L. y Sierra, M., *Educación matemática e investigación*. Madrid: Síntesis, 1994.

- KOCH, P., MONTAGNER, H. y SOUSSIGNAN, R. (1987). Variation of behavioral and psychological variables in children attending kindergarten and primary school. *Chronobiology International*, 4, 4, 525-535.
- NORTES CHECA, A. y MARTÍNEZ ARTERO, R. (1989). Vivir en ciudad o en pueblo, ¿influye en los resultados de matemáticas?. *Bordón*, 41, 4, 691-700.
- PIAGET, J. e INHELDER, B. (1969). *Psicología del niño*. Madrid: Ediciones Morata, 1977.
- QUILES, N. (1993). Actitudes matemáticas y rendimiento escolar. *Comunicación, Lenguaje y educación*, 18, 115-125.
- RODRÍGUEZ, D., MONTAGNER, H., RESTOIN, A. y SOUSSIGNAN, R. (1994). Los ritmos biológicos y psicológicos del niño en el medio escolar y su importancia para la planificación educativa. *Infancia y Aprendizaje*, 67-68, 221-244.
- SÁIZ, D. y SÁIZ, M. (1989). *Ritmos de actividad: un enfoque cronopsicológico*. Barcelona: Eduardo Fabregat Editor.
- SÁIZ, D., ALSINA, A., FIGUERAS, R., GOMARA, M., SALA R. y SÁIZ, M. (1993). A comparative study of rhythms of visual search task and mathematic task between ages (7-8 y.o. and 10-11 y.o.) and place of residence (countryside and seaside). *Journal of Interdisciplinary Cycle Research*, 24, (4) 288-289.
- SÁIZ, D., SÁIZ, M., ALSINA, A., BAQUÉS, J., FIGUERAS, R. y SALA, R. (1994). Reflexiones en torno al efecto de la hora del día en la memoria de dígitos: un estudio evolutivo en escolares. A *Actas «IV Reunión de Grupos de Cronobiología»*, La Coruña.
- SÁIZ, D., SÁIZ, M., BAQUÉS, J., ALSINA, A. y FIGUERAS, R. (1997). Comparación entre los ritmos de memoria y atención en escolares españoles. En *Actas v Reunión Nacional de Grupos de Cronobiología y Cronopsicología*, Bellaterra.
- SOUSSIGNAN, R., KOCH, P. y MONTAGNER, H. (1986). Approche éthophysique des processus d'adaptation de l'enfant de l'école maternelle à l'école élémentaire. *Biology of Behaviour*, 11, 186-201.
- SOUSSIGNAN, R., KOCH, P. y MONTAGNER, H. (1988). Relations entre l'activité motrice générale des enfants à l'école et la durée des tâches scolaires. *C. R. Acad. Sci. Paris, t. 306, Série III*, 139-142.
- TESTU, F. (1983). Variations journalières et hebdomadaires des performances en milieu scolaire et nature de la tâche. A Montagner, H., *Les rythmes de l'enfant et de l'adolescent*, (pp. 175-182). París: Stock.
- TESTU, F. (1984). Rythmicité scolaire, nature de la tâche et dépendance-indépendance à l'égard du champ. *L'Année Psychologique*, 84, 507-523.
- TESTU, F. (1986a). Aménagement hebdomadaire du temps scolaire et variations périodiques de performances intellectuelles. *Enfance*, 39, 4, 411-421.
- TESTU, F. (1986b). Diurnal variations of performand information processing. *Chronobiologia*, 13, 319-326.
- TESTU, F. (1988). Apprentissage et variations journalières de performances scolaires. *Le Travail Humain*, 51, 4, 363-375.
- TESTU, F. (1992). *Chronopsychologie et rythmes scolaires*, París: Masson.
- TESTU, F. (1994a). Les rythmes scolaires en Europe. Introduction. *Enfance*, 4/1994, 367-370.
- TESTU, F. (1994b). Quelques constantes dans les fluctuations journalières et hebdomadaires de l'activité intellectuelle des élèves en Europe. *Enfance*, 4/1994, 389-400.
- WINCH, W. H. (1911). Mental fatigue in day school children, measured by arithmetical reasoning. *British Journal of Psychology*, 4, 315-341.
- WINCH, W. H. (1913a). Mental adaptation during the school day as measured by arithmetical reasoning.- Part I. *Journal of Educational Psychology*, 4a, 17-28.
- WINCH, W. H. (1913b). Mental adaptation during the school day as measured by arithmetical reasoning.- Part II. *Journal of Educational Psychology*, 4a, 171-84.
- YUSTE, C., GARCÍA, N. e IGUACEN, F. (1985). *T.I.R.-3, Test I.C.C.E. de Razonamiento (Verbal, Numérico, Lógico)*. Madrid: I.C.C.E.
- YUSTE, C. y SÁNCHEZ, E. (1987). *T.I.R.-3, Test I.C.C.E. de Razonamiento (Espacial)*. Madrid: I.C.C.E.
- YUSTE, C. y GARCÍA, N. (1988). *Quaderns de Reforçament i Recuperació dels Aprenentatges Bàsics: raonament lògic no-verbal, raonament temporal i raonament numèric - 10, Consolidació, primera edició en català*. Madrid: I.C.C.E.
- YUSTE, C. y GARCÍA, N. (1991). *Quaderns de Reforçament i Recuperació dels Aprenentatges Bàsics: raonament lògic no-verbal, raonament temporal i raonament numèric - 2, Iniciació, segona edició en català*. Madrid: I.C.C.E.
- ZAGAR, R. y BOWERS, N. D. (1983). The effect of time of day on problem solving and classroom behavior. *Psychology in the Schools*, 20, 337-345.