



## EVOLUCIÓN DE LA FRECUENCIA CARDIACA DE LOS ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

Pere Carreras y Jordi Fernández-Castro\*

Universidad Autónoma de Barcelona

1998, 4(2-3), 207-214

**Resumen:** El propósito de la presente investigación fue desarrollar y probar una metodología para registrar la activación de la frecuencia cardíaca (FC) durante los exámenes en los estudiantes universitarios. Fueron seleccionados 22 estudiantes de medicina para que les fuera registrada su FC en todos los exámenes del curso. La FC fue registrada mediante un aparato portátil (Sport Tester PE-3000). Se halló una alta activación de la FC que sigue una curva estándar con el punto máximo en el inicio del examen

**Palabras Clave:** Frecuencia cardíaca, Estrés, Exámenes, Estudiantes universitarios

**Abstract:** The purpose of the present investigation was to develop and test a methodology to assess Heart Rate (HR) activation during academic examinations in university students. 22 volunteer medicine students were selected for to be monitored in every examinations for a year. HR was recorded using a ambulatory monitor (Sport Tester PE-3000). It was found a high HR across examinations that follows a standard evolution: the highest point is at the start of examination.

**Key words:** Heart Rate, Stress, Examinations, University students

**Title:** *Heart Rate evolution during exams in University Students*

### Introducción

El estrés producido por los exámenes académicos tiene amplias repercusiones en los estudiantes, desde la inducción de estados de ansiedad (Sarason, 1980) hasta la reducción de la capacidad del sistema inmunitario (Jemmott III y Magloire, 1988). Además, existe una clara relación entre ansiedad ante los exámenes y el rendimiento que se obtiene, para ilustrar este punto se puede consultar el documentado recorrido histórico realizado por Escalona y Miguel-Tobal (1996) sobre esta cuestión.

Para poder intervenir en el estrés que padecen los estudiantes universitarios ante los exámenes es preciso conocerlo bien, lo que conlleva utilizar o desarrollar los instrumentos de medición adecuados. La manera más correcta de abordar el estrés académico es desde una perspectiva de evaluación múltiple de respuestas (Polo, Hernández y Pozo, 1996) puesto que ésta es la manera de obtener un panorama completo de las características individuales de la reacción ante los exámenes. Sin embargo, tenemos la impresión que a pesar de la importancia de la dimensión fisiológica de las reacciones de estrés ante los exámenes, a veces se ha descuidado algo la medición directa en situaciones reales en favor de los auto-informes.

La frecuencia cardíaca (FC) resulta fácil de registrar, es menos sensible que otras

\* Dirigir la correspondencia a: Dr. Jordi Fernández-Castro, Dpto. Psicología de la Educación, Unidad de Psicología Básica, Apartado postal 29, 08193 Bellaterra (Barcelona).

E-mail: jordi.fernandez@uab.es

© Copyright 1998: de los Editores de *Ansiedad y Estrés*

respuestas fisiológicas a artefactos de medición y puede ser medida de forma continua (Nietzel y Bernstein, 1981). Es importante destacar que la FC tiene un claro significado funcional como indicador de activación psicofisiológica (Lacey y Lacey, 1974; Graham, Anthony y Zeigler, 1983). Existe un cuerpo sólido de trabajos que avala la validez de la FC como indicador del estrés en situaciones de evaluación (Lovallo, Pincomb, Edwards, Brackett y Wilson, 1986; Iwanag, Uno y Yoshida, 1986; Bolm-Audorff, Schwamplé, Ehlenz, Koop y Kaffarnik, 1986; Payne y Rick, 1986; Houtman, 1990 y Benschop, Godaert, Greenen y Bosschot, 1995). Aunque, naturalmente, es preciso tener en cuenta los factores que pueden influir en su variación, independientemente del nivel de estrés y ansiedad (McDonald, 1980).

Scheuch, Schröder y Gruber (1985) midieron la frecuencia cardíaca (FC) y la presión arterial de forma continua antes, durante y después de un examen considerado difícil por los estudiantes y otro considerado fácil. Posteriormente, realizaron una evaluación psicológica de los sujetos. Hallaron que la activación cardíaca aumenta progresivamente desde antes del examen hasta justo después del inicio del mismo, después disminuye progresivamente. En este trabajo no hallaron ninguna relación entre el grado de activación y las variables psicológicas estudiadas, referidas principalmente a la evaluación cognitiva del examen y tampoco hallaron relación entre los niveles de activación y los de reposo. Su conclusión es que la activación cardíaca es somatoespecífica, es decir determinada por factores fisiológicos individuales y no por el tipo de interpretación psicológica de la situación.

El objetivo de este trabajo se centra en el estudio descriptivo de la variación de la FC de los estudiantes universitarios durante

sus exámenes ordinarios con el interés particular de comprobar si existe una evolución general y prototípica de su evolución a lo largo de la realización de los mismos y, por lo tanto, puede existir un registro estándar. Además, se pretende comprobar si las conclusiones del citado trabajo de Scheuch et al. (1985) son generalizables. Además, junto al registro de la FC a lo largo de exámenes reales se pretende realizar mediciones en situaciones comparables desde el punto de vista de la actividad y el lugar, pero sin el componente evaluativo, con el fin de que puedan ser usadas como medidas de control.

## Método

### Sujetos

La muestra de la investigación se formó a partir de 37 sujetos voluntarios de primer curso y 23 del segundo curso de medicina de la Universidad Autónoma de Barcelona. De estos dos grupos se eliminaron de la investigación a los sujetos que tenían, más de 150 mmHg de máxima o más de 95 mmHg de mínima tras medirles la presión arterial, los que habían padecido o padecían alguna enfermedad cardíaca, los que tomaban medicamentos crónicamente, repetían curso o tenían más de tres asignaturas pendientes, así como los que obtuvieron puntuaciones extremas en los cuestionarios de ansiedad STAI (Spielberger, Gorsuch, y Lushene, 1982). La muestra definitiva quedó formada para el primer curso con 9 mujeres y 2 hombres de edades comprendidas entre los 18 y los 19 años ( $\bar{x}$  = 18.27;  $S_x$  = 0.46), y para el segundo curso con 5 mujeres y 6 hombres de edades comprendidas entre los 19 y los 20 años ( $\bar{x}$  = 19.27,  $S_x$  = 0.46).

### Material

El aparato empleado durante la investigación para la medición de la FC es el pulsómetro Sport Tester PE-3000, un aparato portátil que no impide la actividad normal y que permite registrar fácilmente la FC mientras los sujetos realizan sus actividades normales fuera del laboratorio (Dobkin y Pihl, 1992). El pulsómetro fue programado para que obtuviese la FC media de cada intervalo de 15 segundos, consiguiendo así una capacidad de memoria de cuatro horas de registro (máxima duración de un examen). El aparato consta de un cinturón con electrodos que se coloca en el pecho, en contacto con la piel, y al que se adhiere un transmisor. El receptor se colocaba en la muñeca y visualizaba la FC al tiempo que la registraba en la memoria. Posteriormente, y mediante un interface, se vaciaba el contenido del receptor en la memoria de un ordenador y se analizaba con el programa "PE 3000 TRAINING ANALYSIS PROGRAM" versión 2.0.

### Procedimiento

Los sujetos fueron informados de los detalles y del procedimiento de la investigación. Fueron registrados todos exámenes realizados a lo largo del curso por cada uno de los sujetos seleccionados. Media hora antes de dar comienzo el examen los sujetos se colocaban el pulsómetro, lo ponían en funcionamiento, y lo sincronizaban con los demás compañeros antes de partir hacia la sala del examen.

A fin de evitar toda interferencia mutua de los pulsómetros en la sala de examen, los sujetos que llevaban el aparato se sentaban entre ellos a una distancia no inferior a los dos metros según se había establecido con anterioridad. Entonces, pulsando un botón marcaban el inicio del examen en el registro y posteriormente el final. Al finalizar el examen, cualquier incidencia que

hubiese tenido lugar durante el mismo era referida al investigador con el fin de tenerla en cuenta en el momento de analizar el registro de la FC.

De los 184 registros obtenidos de los exámenes de los estudiantes de los dos cursos solo 148 permitieron su análisis completo y extraer las FC medias, para el resto ello no fue posible debido a los artefactos de medición o a no haber terminado los exámenes. El número de registros completos de cada sujeto también estuvo en función de los exámenes parciales y finales realizados por cada uno de ellos ( $x = 6.73$ ,  $Sx. = 1.77$ ).

### Análisis de datos

En el análisis de los datos de cada registro completo se extraían tres FC medias (FC1, FC2 y FC3) representativas de tres secciones de 15 minutos cada una de ellas. La primera sección de la que se extrae la FC media (FC1) se halla delimitada entre el minuto 2 y el 16 del principio, la segunda (FC2) por los 15 minutos centrales del registro, y la tercera (FC3) entre el minuto 16 y el 2 contados desde el final (figura 1). Se omite el recuento del primero y el último minuto del registro a fin de eliminar, en lo posible, en la media de la FC, los efectos de la preparación del inicio del examen, así como los de finalización, ya que a menudo incluyen variables no controladas - movimientos bruscos, por ejemplos- que pueden incidir de alguna forma en la variación de la FC que está registrándose.

Las mediciones basales de la FC se efectuaron a mitad de la investigación cuando los sujetos no estaban ante ningún examen inmediato, y en condiciones similares a las de los mismos en su aspecto físico pero sin la presión evaluativa. Así pues, la FC basal es el resultado de realizar la media entre dos sesiones de estudio (en un aula de la Facultad de Medicina).

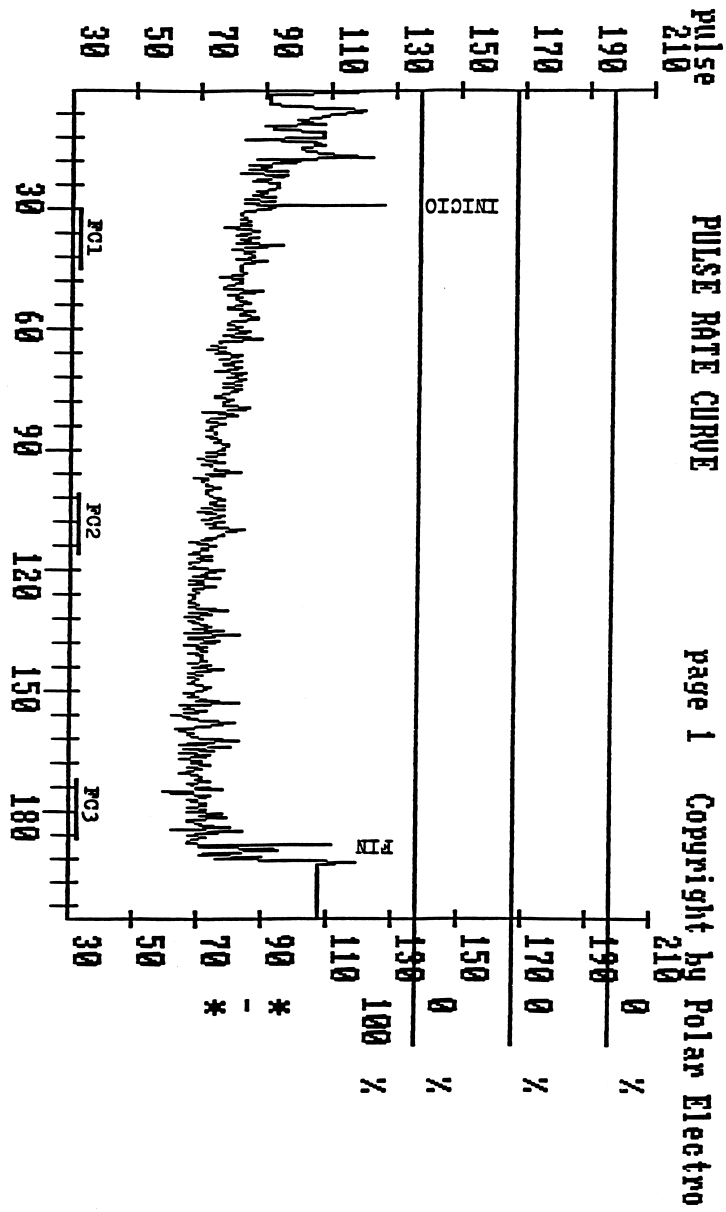


Figura 1. Gráfica de un registro individual de la FC durante un examen concreto. Se indica el inicio y fin del examen, así como las partes del registro correspondientes a la FC1, FC2 y FC3

## Resultados

Si atendemos a la relación existente entre las distintas FC medias de un registro ( C1, FC2, y FC3) podemos establecer los siguientes tipos de registros:

A :  $FC1 > FC2 > FC3$

B :  $FC1 > FC2 < FC3$

C :  $FC1 > FC2 = FC3$

D : Otros tipos en la que FC1 es igual o menor a FC2 y/o FC3.

Tabla 1. Número y porcentajes de los tipos de registro en primer curso

Sujeto	Numero de registros	Registros Tipo A	Registros Tipo B	Registros Tipo C	Registros Tipo D
1	9	9	-	-	-
2	9	4	4	-	1
3	10	10	-	-	-
4	3	2	1	-	-
5	7	1	3	1	2
6	7	5	1	1	-
7	9	7	1	1	-
8	8	6	2	-	-
9	7	5	1	-	1
10	4	3	1	-	-
11	7	4	2	1	-
Total	80	56	16	4	4
Porcentaje	100%	70%	20%	5%	5%

Tabla 2. Número y porcentajes de los tipos de registro en segundo curso

Sujeto	Numero de registros	Registros Tipo A	Registros Tipo B	Registros Tipo C	Registros Tipo D
1	8	4	3	-	1
2	7	2	2	2	1
3	5	4	-	1	-
4	7	3	-	4	-
5	6	5	-	1	-
6	8	3	1	1	3
7	5	3	1	1	-
8	6	5	1	-	-
9	5	3	1	-	1
10	6	6	-	-	-
11	5	2	2	-	1
Total	68	40	11	10	7
Porcentaje	100%	58,8%	16,2%	14,7%	10,3%

De las tablas 1 y 2 se extrae que los porcentajes más altos corresponden al tipo de registro A (70% en M1 y 58.8% en M2), los segundos más altos al tipo de registro B (20% en M1 y 16.2% en M2), y los terceros para el tipo C (5% en M1 y 14% en M2). El resto de los porcentajes, el 5% en M1 y el 10.3% en M2 pertenecen al tipo D, en que la FC1 es igual o inferior a FC2 y/o FC3. En total, el 95% de los registros de M1 y el 89.7% de M2 poseen una FC1 mayor a FC2 y a FC3.

Si en vez de analizar los porcentajes de los tipos de las gráficas entre si atendemos a los sujetos, hemos de indicar que el 72.7% de los sujetos de M1 y el 54.5% de los sujetos de M2 tienen todos sus registros con una FC1 superior a FC2 y FC3, mientras que el resto de los sujetos (el 27.3% de M1 y el 45.5% de M2) tiene la mayoría de

ellos. Así pues no se halla ningún sujeto, sea de M1 sea de M2, que posea todos sus registros o tan solo la mayoría de ellos con una FC1 igual o inferior a FC2 y/o FC3.

Estos datos indican, en resumen, que:

1. Los 22 sujetos estudiados poseen todos sus registros, o la mayoría de ellos, con una FC media de los 15 primeros minutos contabilizados superior a las otras dos (la central y la final).
2. El 92% de los 148 registros tienen una FC1 superior a FC2 y a FC3.
3. El número de registros del tipo A ( $FC1 > FC2 > FC3$ ) predomina sobre los otros, y concretamente lo hace tres veces y media sobre el tipo B ( $FC1 > FC3 > FC2$ ), que es su inmediato inferior.

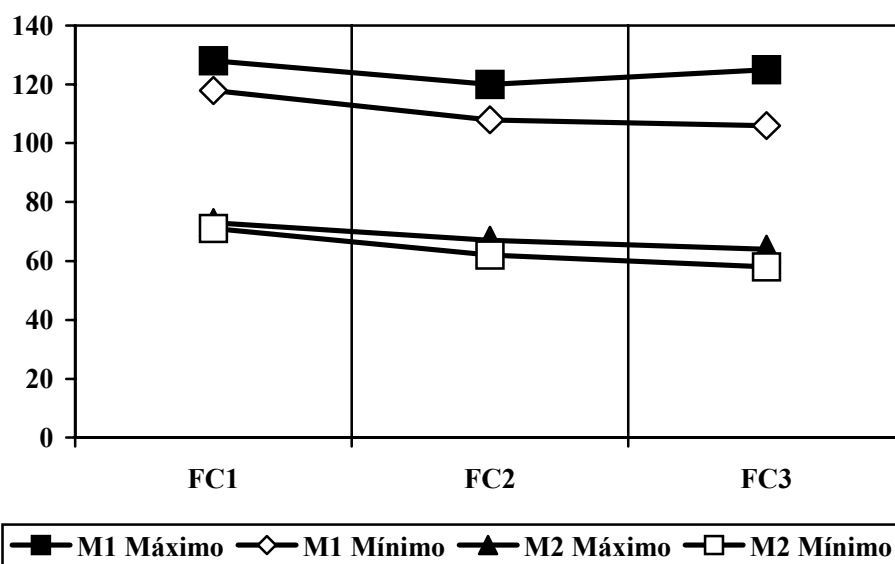


Figura 2. Máximas y mínimas de las FC1, FC2 y FC3 registradas para el primer curso (M1) y para el segundo curso (M2).

En la figura 2 se indica el valor máximo y mínimo obtenido en cada curso y para cada clase de FC media, mostrando asimismo los intervalos que comprenden a los valores de cada curso.

Añadamos que para el primer curso la FC basal media de los sujetos fue de 74.84 ( $S_x = 5.88$ ) y la FC1 media 99.34 ( $S_x = 14.19$ ) mientras que para el segundo curso la FC basal media fue de 76.31 ( $S_x = 9.91$ ) y la FC1 media de 89.46 ( $S_x = 8.65$ ).

En los que se refiere a los registros basales, en reposo, no se halló ningún tipo de regularidad comparable al patrón observado en los exámenes sino que los valores oscilaban al azar por igual a lo largo de todo el período de registro. Las correlaciones entre FC1m y FC basal son significativas y positivas para los dos cursos (para el primer curso: FC1m - FC basal:  $r = 0.897$ ,  $n = 11$ ,  $p < 0.05$ ; para el segundo curso: FC1m - FC basal:  $r = 0.733$ ,  $n = 11$ ,  $p < 0.05$ ).

### Conclusiones

Los resultados de este trabajo indican que existe un tipo de curva general o "registro estándar" para la FC de los estudiantes de este estudio cuando realizan sus exámenes. Su modelo gráfico, para la mayoría de los exámenes, tendría en los primeros minutos la FC más alta de todo el examen; luego disminuiría hasta entrar en una fase estacionaria, que se prolongaría según fuese la duración del examen, para terminar disminuyendo algo más en los últimos minutos aunque sin llegar a la FC basal. Esta forma

es coincidente con el curso de la activación cardíaca hallado por Scheuch et al. (1985).

La comparación entre las medias de FC en situación de examen obtenidas y la de estudios similares en donde se registraba la FC en situaciones reales de estrés (Dobkin y Pihl, 1992 y Sharppey y Scuderi, 1990) muestran que el nivel de activación durante los exámenes se puede calificar de muy alto, sobre todo si se tiene presente que los participantes no están en movimiento.

Las correlaciones establecidas entre la FC basal y la FC del examen permiten inferir que cada individuo posee un determinado incremento de su FC durante los exámenes en función de su FC basal, siendo dicha relación directa y positiva, lo que apoyaría una explicación somatoespecífica de la respuesta, confirmando que la falta de relación entre reposo y examen en el trabajo citado de Scheuch et al. (1985) podría ser debido a la falta de una medida realmente independiente de reposo.

En definitiva parece que la FC registrada a lo largo de todo un examen responde a un patrón estándar, muestra una considerable activación y es susceptible de ser usada como indicador de la adaptación de los estudiantes a las situaciones de estrés académico (Carreras y Fernández-Castro, 1998).

---

### Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias a la ayuda PB94-0700 de la DGICYT

## Referencias bibliográficas

- Benschop, R.J.; Godaert, G.L.R.; Geenen, R. y Brosschot, J.F. (1995). Relationships between cardiovascular and immunological changes in an experimental stress model. *Psychological Medicine*, 25(2), 323-327.
- Bolm-Audorff, U.; Schwammle, J.; Ehlenz, K.; Koop, H. y Kafarnik, H. (1986). Hormonal and cardiovascular variations during a public lecture. *European Journal of Applied Physiology*, 54, 669-674.
- Carreras, P. y Fernández-Castro, J. (1998). Adaptation to examination stress in first and second year university students. *Studia Psychologica*, 40(3), 181-186.
- Dobkin, P.L. y Pihl, R.O. (1992). Measurement of psychological and heart rate reactivity to stress in the real world. *Psychotherapy and psychosomatics*, 58(3-4), 208-214.
- Escalona, A. y Miguel-Tobal, J.J. (1996). La ansiedad ante los exámenes: evolución histórica y aportaciones prácticas para su tratamiento. *Ansiedad y Estrés*, 2(2-3), 195-209.
- Graham, F.K.; Anthony, B.J. y Zeilgler, B.L. (1983). The orienting response and developmental processes. En D.A.T. Siddle (Ed). *Orienting and Habituation: Perspectives in Human Research*. Exeter, England: John Wiley, 371-430.
- Jemmott III, J.B. y Magloire, K. (1988). Academic Stress, Social Support, and Secretory Immunoglobulin A. *Journal of Personality and Social Psychology*, 55(5), 803-810.
- Houtman, I.L.D. (1990). *Stress and Coping in Lecturing*. Amsterdam: University of Amsterdam Press.
- Iwanag, M.; Uno, H. y Yoshida, I. (1986). The relationship between time sequential pattern of anxiety responses and performance level on test situation. *Japanese Journal of Behavior Therapy*, 11(2), 39-46.
- Lacey, B.C. y Lacey, J.I. (1974). Studies of heart rate and other bodily processes in sensorimotor behavior. En P.A. Obrist, A.H. Black, J. Brener y L.V. Di Cara. (Eds.). *Cardiovascular Psychophysiology: Current Issues in Response Mechanisms, Biofeedback, and Methodology*. Chicago: Aldine, 538-564.
- Lovello, W.R.; Pincomb, G.A.; Edwards, G.L.; Brackett, D.J. y Wilson, M.F. (1986). Work Pressure and the Type A Behavior Pattern Exam Stress in Male Medical Students. *Psychosomatic Medicine*. 48(1-2), 125-133.
- McDonald, A.H. (1980). Mechanisms affecting heart-rate. En R.I. Kitney y O.Rompelman (Ed.): *The study of heart rate variability*. Oxford University Press.
- Nietzel, M.T. y Bernstein, D.A. (1981). Assessment of anxiety and fear. En M. Hersen y A.S. Bellack (Ed): *Behavioral assessment: A practical Handbook*. New York: Pergamon Press.
- Payne, R.L. y Rick, J.T. (1986). Heart rate as an indicator of stress in surgeons and anaesthetists. *Journal of Psychosomatic Research*, 30(4), 411-420.
- Polo, A.; Hernández, J.M. y Pozo, C. (1996). Evaluación del estrés académico en estudiantes universitarios. *Ansiedad y Estrés*, 2(2-3), 159-172.
- Sarason, I.G. (1980). *Test Anxiety: Theory, Research, and Applications*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- Scheuch, K.; Schröder, H. y Gruber, G. (1985). Factors of Influence on the Adaptation Dynamic Illustrated on the Course of Vegetative Parameters within Examination Investigations. En F. Klux, R. Näätänen, y K. Zimmer (Eds.), *Psychophysiological Approaches to Human Information Processing*. North-Holland, Elsevier Publishers B.V.
- Sharppley, C.F. y Scuderi, C.S. (1990). The relationship between sex, age, and heart rate reactivity to a psychological stressor: Implications for student stress management. *Journal of College Student Development*, 31, 262-269.
- Spielberger, C.D.; Gorsuch, R.L. y Lushene, R.E. (1970). *STAI, Manual for the State-Trait Anxiety Inventory*. Palo Alto (California): Consulting Psychologists Press. Traducción y adaptación (1982): *Cuestionario de Ansiedad Estado-Rasgo*. Madrid: TEA Ediciones.