

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN  
SUPERIOR DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA**



---

**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS  
EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

---

**Detección de ansiedad en cuidadores de personas con  
demencia por medio de cómputo vestibular**

Tesis

para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de  
Maestro en Ciencias

Presenta:

**Darién Alberto Miranda Bojórquez**

Ensenada, Baja California, México

2015

Tesis defendida por

**Darién Alberto Miranda Bojórquez**

y aprobada por el siguiente comité

---

Dr. Jesús Favela Vara  
*Director del Comité*

---

Dra. Tentori Espinosa Mónica Elizabeth  
*Miembro del Comité*

---

Dr. Chavez González Edgar Leonel  
*Miembro del Comité*

---

Dr. Herzka Llona Sharon Zinah  
*Miembro del Comité*

---

Dra. Ana Isabel Martínez García  
*Coordinador del Programa de  
Posgrado en Ciencias de la Computación*

---

Dr. Jesús Favela Vara  
*Director de Estudios de Posgrado*

Septiembre, 2015

Resumen de la tesis que presenta Darién Alberto Miranda Bojórquez como requisito parcial para la obtención del grado de Maestro en Ciencias en Ciencias de la Computación.

## **Detección de ansiedad en cuidadores de personas con demencia por medio de cómputo vestibular**

Resumen elaborado por:

---

Darién Alberto Miranda Bojórquez

La ansiedad es uno de los problemas sufridos mas comunmente entre los cuidadores de personas con demencia [ref]. A pesar de que los efectos de la ansiedad se muestran a largo plazo, los cuidadores de podrían beneficiar de la detección de la ansiedad situacional. En este trabajo, se reporta una técnica para la detección de ansiedad situacional por medio de un experimento en una situación semi-naturalista. Los resultados muestran una precisión de [porcentaje] comparado con “ground truth”.

Palabras Clave: **Detección de ansiedad, Cuidadores de personas con demencia, Cómputo vestibular**

Abstract of the thesis presented by Darién Alberto Miranda Bojórquez as a partial requirement to obtain the Master of Science degree in Master in Computer Science in Computer Science.

## **Anxiety detection on caregivers of people with dementia through wearable computing**

Abstract by:

---

Darién Alberto Miranda Bojórquez

Anxiety is among the commonest problems suffered by caregivers of people with dementia [ref]. Although anxiety problems are often suffered in the long term, caregivers could benefit from state anxiety detection. In this work, i report a technique for state anxiety detection by conducting an experiment in a naturalistic enactment situation. The results show a precision of [ percentage] compared to ground truth. Showing that state anxiety detection is possible using wearable computing.

Keywords: **Anxiety detection, Caregivers of people with dementia, Wearable computing**

## Dedicatoria

***A mis padres por haberme puesto en el camino de la ciencia de pequeño.***

## **Agradecimientos**

Al Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por brindarme el apoyo económico para realizar mis estudios de maestría.

# Tabla de contenido

Página

<b>Resumen en español</b>	<b>iii</b>
<b>Resumen en inglés</b>	<b>iv</b>
<b>Dedicatoria</b>	<b>v</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>vi</b>
<b>Lista de figuras</b>	<b>viii</b>
<b>Lista de tablas</b>	<b>ix</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Fundamentos teóricos</b>	<b>2</b>
2.1. Introducción . . . . .	2
2.2. Qué es la Ansiedad? . . . . .	2
2.2.1. “State Anxiety” y “Trait Anxiety” . . . . .	2
2.2.2. Ansiedad y estrés . . . . .	3
2.3. Demencia . . . . .	3
2.4. Cuidadores . . . . .	3
2.4.1. Cómo se genera la ansiedad en los cuidadores? . . . . .	4
2.4.2. Señales fisiológicas relacionadas . . . . .	4
2.4.3. Cuidadores Formales e Informales . . . . .	4
2.5. Cómputo vestibular . . . . .	4
2.6. Trabajo previo en detección de ansiedad . . . . .	5
2.7. Conclusion . . . . .	5
<b>3. Metodología y diseño de un método para inducir ansiedad en cuidadores de personas con demencia</b>	<b>6</b>
3.1. Introducción . . . . .	6
3.2. Un experimento para inducir ansiedad en cuidadores informales . . . .	6
<b>4.</b>	<b>8</b>
<b>5. Conclusiones y trabajo a futuro</b>	<b>9</b>
<b>6. 6</b>	<b>10</b>
<b>7. 7</b>	<b>11</b>
<b>8. Conclusiones</b>	<b>12</b>
<b>Lista de referencias</b>	<b>13</b>
<b>A. Apéndice</b>	<b>17</b>

## Lista de figuras

Figura		Página
1.	El modelo de ansiedad en cuidadores [ref] (Pearlin et al 1990) . . . . .	4
2.	Configuración del escenario del experimento . . . . .	7



Lista de tablas

Tabla

Página

## Capítulo 1. Introducción

---

## Capítulo 2. Fundamentos teóricos

---

### 2.1. Introducción

La ansiedad es un fenómeno con el que nuestra sociedad se encuentra íntimamente relacionada. Todos la sentimos múltiples veces a lo largo de nuestras vidas, al dar un discurso en público, al ser entrevistado para un nuevo trabajo o durante un examen. Es parte de lo que nos mantiene alertas y listos para enfrentar las situaciones de día a día. Sin embargo, solemos no darle la importancia que significa para las personas que sufren de elevados niveles de ansiedad y de los beneficios que la tecnología puede brindarles. En este capítulo, se define la ansiedad, la manera en que se origina, como afecta a los cuidadores y como podemos medirla.

### 2.2. Qué es la Ansiedad?

La ansiedad es una emoción caracterizada por sensaciones de tensión, pensamientos de preocupación y cambios físicos como incremento en la presión arterial (Kazdin, 2000), aumento de la sudoración y palpitaciones, entre otras respuestas fisiológicas. Estas manifestaciones se dan en determinados lapsos de tiempos durante la vida del individuo. Durante estos lapsos, se dice que el sujeto se encuentra en un estado mental de ansiedad [ref].

Este estado mental es útil para los humanos, debido a que la ansiedad es una reacción normal del cuerpo para lograr objetivos, o lograr sobrevivir ante a una amenaza. Sin embargo, cuando la persona experimenta un nivel de ansiedad el cual es tan alto que no le permite manejar su vida normal, se dice que la persona tiene un desorden de ansiedad (Repetto *et al.*, 2013).

#### 2.2.1. “State Anxiety” y “Trait Anxiety”

Existen dos clasificaciones de ansiedad definidas por la psicología [ref], “State Anxiety” y “Trait Anxiety” las cuales se mencionan a continuación.

- **State Anxiety:** Es una manifestación de ansiedad a cerca de un evento **presente** bien definido. Normalmente la persona se encuentra conciente de la fuente de su

ansiedad.

- **Trait Anxiety:** Es una manifestación a largo plazo de la ansiedad, en la que el individuo puede entrar al estado de ansiedad sin saber la razón concreta. Las personas con personalidades tímidas tienden a sufrir mas de este tipo de ansiedad. [ref]

A pesar de que los efectos negativos en la calidad de vida de las personas que sufren de “Trait Anxiety” son mas fuertes, este trabajo está enfocado en “State Anxiety” debido a que es mas fácil de cuantificar y medir por medio de sensores.

### 2.2.2. Ansiedad y estrés

Si bien, en ocasiones el estrés y la ansiedad son conceptos que se usan de manera intercambiable, existen diferencias entre ambos. El estrés es definido como el desvalance entre la carga mental dada y la percepción de las habilidades que el individuo tiene para lidiar dicha carga[ref]. Este desvalance puede hacer que la ansiedad aumente, mientras que la ansiedad puede a su vez generar estrés.

## 2.3. Demencia

La demencia es un síndrome del declive de las habilidades cognitivas. Los síntomas comunes son: problemas de memoria, dificultades para realizar tareas familiares, mal juicio, deterioro del lenguaje hablado y cambios de humor(Aziz *et al.*, 2012). Afecta alrededor de el 4 % de las personas mayores de 65 años y al 40 % de las personas mayores de 90. La demencia suele manifestarse en síndromes como el de Alzheimer. Las personas con demencia necesitan de una persona que cuide de ellos, normalmente durante el resto de su vida. Usualmente necesitan ayuda en las actividades de la vida diaria (Activities of Daily Life), siendo esto una carga para los cuidadores.

## 2.4. Cuidadores

Uno de los sectores de población vulnerables, son los cuidadores de personas con demencia. Se encuentra documentado que los cuidadores, al llevar una carga física, cognitiva y emocional derivada de su labor les genera padecimientos como ansiedad, estrés,

y hasta la muerte(Chen *et al.*, 2013). Debido a que los cuidadores no necesariamente son personas con una formación profesional, estos efectos pueden verse aumentados. Por lo general, los cuidadores que son familiares del paciente son aún más afectados ya que necesitan administrar el tiempo de trabajo, familia, actividades sociales y la actividad misma del cuidado del paciente.

#### 2.4.1. Cómo se genera la ansiedad en los cuidadores?

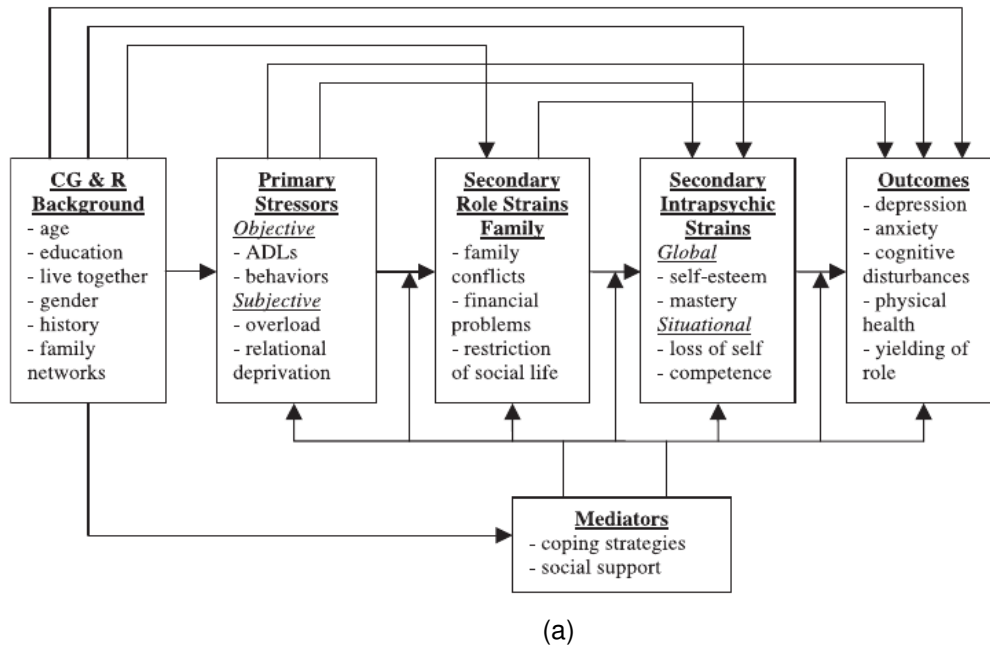


Figura 1: El modelo de ansiedad en cuidadores [ref] (Pearlin et al 1990)

#### 2.4.2. Señales fisiológicas relacionadas

El Sistema autónomo central...

#### 2.4.3. Cuidadores Formales e Informales

### 2.5. Cómputo vestible

El cómputo vestible nos permite llevar computadoras con nosotros de la misma manera que llevamos la ropa puesta. Al “vestir” un dispositivo, el usuario tiene acceso a una computadora que es capaz de monitorearlo a él y a su entorno por medio de sensores. Los sensores pueden medir entre otras cosas: movimientos del cuerpo del usuario, la posición del usuario, intensidad de luz, ruido, imágenes de su ambiente, ritmo cardíaco,

capacidad conductiva de la piel, distancias, actividad cerebral, entre otros. Debido a la cercanía con el usuario, se pueden hacer monitoreos constantes y mas precisos que con los sistemas tradicionales y ayudar en las tareas de la vida cotidiana.

El uso de cómputo vestibular abre la posibilidad de detectar la ansiedad por medio de las señales fisiológicas del usuario.

## **2.6. Trabajo previo en detección de ansiedad**

\*Trabajos de Bert \*

## **2.7. Conclusion**

## **Capítulo 3. Metodología y diseño de un método para inducir ansiedad en cuidadores de personas con demencia**

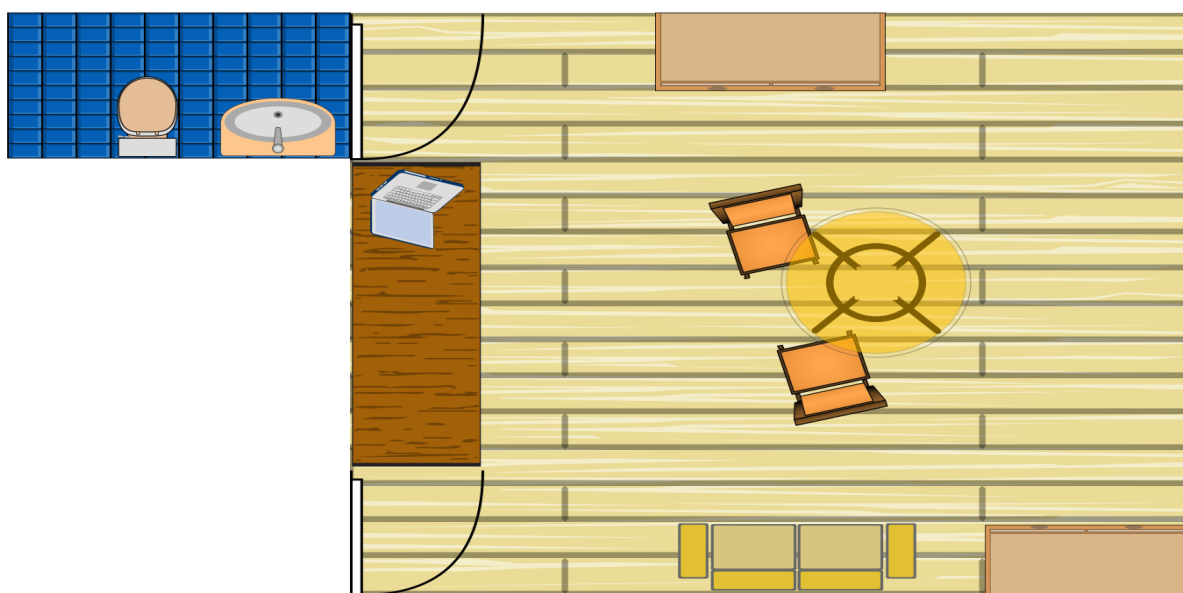
---

### **3.1. Introducción**

Como vimos en el capítulo 2, la mayoría de los estudios logran inducir ansiedad o estrés por medio de situaciones controladas dentro del laboratorio exitosamente. Sin embargo, generar ansiedad en cuidadores informales es mucho mas difícil: El escenario de un laboratorio no coincide con el entorno en el que una persona con demencia se desarrolla por lo que los comportamientos impredecibles no serían congruentes con el ambiente. Además, exponer a personas sin experiencia ante una persona con demencia que tiene necesidades reales resultaría riesgoso para ambos individuos. Por otra parte, realizar una intervención totalmente natural añade un grado de dificultad al estudio, resultando en ruido en los datos recolectados (p. ej. la señal de ritmo cardíaco podría ser alta no por una situación de ansiedad, sino por una actividad física, múltiples distracciones o responsabilidades al mismo tiempo para el cuidador) haciendo difícil de analizarlos para probar hipótesis.

A continuación, se muestra un experimento que implementa la técnica conocida como “Naturalistic enactment (NE)” Castro *et al.* (2011)

### **3.2. Un experimento para inducir ansiedad en cuidadores informales**



(a)

**Figura 2: Configuración del escenario del experimento**



**Capítulo 4.**

---

## Capítulo 5. Conclusiones y trabajo a futuro

---

## Capítulo 6. 6

---

## Capítulo 7. 7

---

## Capítulo 8. Conclusiones

---

## Lista de referencias

- Association, A. (2008). 2008 alzheimer's disease facts and figures. *Alzheimer's and Dementia*, **4**(2): 110 – 133.
- Ayzenberg, Y., Hernandez Rivera, J., y Picard, R. (2012). Feel: Frequent eda and event logging – a mobile social interaction stress monitoring system. En: *CHI '12 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, New York, NY, USA. ACM, CHI EA '12, pp. 2357–2362.
- Aziz, A., Treur, J., y van der Wal, C. (2012). An ambient agent model for support of informal caregivers during stress. En: H. Jiang, W. Ding, M. Ali, y X. Wu (eds.), *Advanced Research in Applied Artificial Intelligence*, Vol. 7345 de *Lecture Notes in Computer Science*. Springer Berlin Heidelberg, pp. 501–513.
- Bakker, J., Pechenizkiy, M., y Sidorova, N. (2011). What's your current stress level? detection of stress patterns from gsr sensor data. En: *Proceedings of the 2011 IEEE 11th International Conference on Data Mining Workshops*, Washington, DC, USA. IEEE Computer Society, ICDMW '11, pp. 573–580.
- Bakker, J., Holenderski, L., Kocielnik, R., Pechenizkiy, M., y Sidorova, N. (2012). Stess@work: From measuring stress to its understanding, prediction and handling with personalized coaching. En: *Proceedings of the 2Nd ACM SIGHIT International Health Informatics Symposium*, New York, NY, USA. ACM, IHI '12, pp. 673–678.
- Bernier, R. y Gerdtts, J. (2010). *Autism Spectrum Disorders: A Reference Handbook*. Contemporary world issues. ABC-CLIO.
- Bradford, A., Brenes, G. A., Robinson, R. A., Wilson, N., Snow, A. L., Kunik, M. E., Calleo, J., Petersen, N. J., Stanley, M. A., y Amspoker, A. B. (2013). Concordance of self- and proxy-rated worry and anxiety symptoms in older adults with dementia. *Journal of Anxiety Disorders*, **27**(1): 125 – 130.
- Bystritsky, A. y Kronemyer, D. (2014). Stress and anxiety: Counterpart elements of the stress/anxiety complex. *Psychiatric Clinics of North America*, **37**(4): 489 – 518. Stress in Health and Disease.
- Castro, L. A., Favela, J., y García-Peña, C. (2011). Naturalistic enactment to stimulate user experience for the evaluation of a mobile elderly care application. En: *Proceedings of the 13th International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services*, New York, NY, USA. ACM, MobileHCI '11, pp. 371–380.
- Chen, Y., Ngo, V., y Park, S. Y. (2013). Caring for caregivers: Designing for integrality. pp. 91–102.
- CLARK, D. B. y DONOVAN, J. E. (1994). Reliability and validity of the hamilton anxiety rating scale in an adolescent sample. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, **33**(3): 354 – 360.
- Cooper, C., Katona, C., Orrell, M., y Livingston, G. (2006). Coping strategies and anxiety in caregivers of people with alzheimer's disease: The laser-ad study. *Journal of Affective Disorders*, **90**(1): 15 – 20.

- Denno, M. S., Gillard, P. J., Graham, G. D., DiBonaventura, M. D., Goren, A., Varon, S. F., y Zorowitz, R. (2013). Anxiety and depression associated with caregiver burden in caregivers of stroke survivors with spasticity. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, **94**(9): 1731 – 1736.
- Dey, A. K. (2001). Understanding and using context. *Personal Ubiquitous Comput.*, **5**(1): 4–7.
- Ertin, E., Stohs, N., Kumar, S., Raij, A., al'Absi, M., y Shah, S. (2011). Autosense: Unobtrusively wearable sensor suite for inferring the onset, causality, and consequences of stress in the field. En: *Proceedings of the 9th ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems*, New York, NY, USA. ACM, SenSys '11, pp. 274–287.
- HAMILTON, M. (1959). The assessment of anxiety states by rating. pp. 50–55.
- Holzinger, A., Fairclough, S. H., Majoe, D., y da Silva, H. P., (eds.) (2014). *PhyCS 2014 - Proceedings of the International Conference on Physiological Computing Systems, Lisbon, Portugal, 7 - 9 January, 2014*. SciTePress.
- Ishimaru, S., Kunze, K., Kise, K., Weppner, J., Dengel, A., Lukowicz, P., y Bulling, A. (2014). In the blink of an eye: Combining head motion and eye blink frequency for activity recognition with google glass. En: *Proceedings of the 5th Augmented Human International Conference*, New York, NY, USA. ACM, AH '14, pp. 15:1–15:4.
- John R. Hampton, D. M. D. F. F. F. (2009). *ECG en la práctica - (5a ed.)*.
- Joling, K. J., van Marwijk, H. W., Veldhuijzen, A. E., van der Horst, H. E., Scheltens, P., Smit, F., y van Hout, H. P. (2014). The two-year incidence of depression and anxiety disorders in spousal caregivers of persons with dementia: Who is at the greatest risk? *The American Journal of Geriatric Psychiatry*, (0): –.
- JULIAN, L. J. (2011). Measures of anxiety. *Arthritis care & research*, **63**(0 11): 10.1002/acr.20561.
- Kazdin, A. E. (2000). *Encyclopedia of Psychology: 8 Volume Set*.
- Kwon, J. H., Alan, C., Czanner, S., Czanner, G., y Powell, J. (2009). A study of visual perception: Social anxiety and virtual realism. En: *Proceedings of the 25th Spring Conference on Computer Graphics*, New York, NY, USA. ACM, SCCG '09, pp. 167–172.
- Li, R., Cooper, C., Bradley, J., Shulman, A., y Livingston, G. (2012). Coping strategies and psychological morbidity in family carers of people with dementia: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Affective Disorders*, **139**(1): 1 – 11.
- Lu, H., Frauendorfer, D., Rabbi, M., Mast, M. S., Chittaranjan, G. T., Campbell, A. T., Gatica-Perez, D., y Choudhury, T. (2012). Stresssense: Detecting stress in unconstrained acoustic environments using smartphones. En: *Proceedings of the 2012 ACM Conference on Ubiquitous Computing*, New York, NY, USA. ACM, UbiComp '12, pp. 351–360.

- Miranda, D., Calderón, M., y Favela, J. (2014). Anxiety detection using wearable monitoring. En: *Proceedings of the 5th Mexican Conference on Human-Computer Interaction*, New York, NY, USA. ACM, MexIHC '14, pp. 34:34–34:41.
- Navarro, R., Rodriguez, M., y Favela, J. (2014). Intervention tailoring in augmented cognition systems for elders with dementia. *Biomedical and Health Informatics, IEEE Journal of*, **18**(1): 361–367.
- Ory, M. G., Hoffman, R. R., Yee, J. L., Tennstedt, S., y Schulz, R. (1999). Prevalence and impact of caregiving: A detailed comparison between dementia and nondementia caregivers. *The Gerontologist*, **39**(2): 177–186.
- Prince, M., Bryce, R., Albanese, E., Wimo, A., Ribeiro, W., y Ferri, C. P. (????). The global prevalence of dementia: A systematic review and metaanalysis. *Alzheimer's & Dementia: The Journal of the Alzheimer's Association*, **9**(1): 63–75.e2.
- Ramos, J., Hong, J.-H., y Dey, A. K. (2014). Stress recognition - a step outside the lab. En: Holzinger *et al.* (2014), pp. 107–118.
- Rani, P., Sarkar, N., y Adams, J. (2007). Anxiety-based affective communication for implicit human–machine interaction. *Advanced Engineering Informatics*, **21**(3): 323 – 334. Applications Eligible for Data Mining.
- Rennert, K. y Karapanos, E. (2013). Faceit: Supporting reflection upon social anxiety events with lifelogging. En: *CHI '13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, New York, NY, USA. ACM, CHI EA '13, pp. 457–462.
- Repetto, C., Gaggioli, A., Pallavicini, F., Cipresso, P., Raspelli, S., y Riva, G. (2013). Virtual reality and mobile phones in the treatment of generalized anxiety disorders: a phase-2 clinical trial. *Personal and Ubiquitous Computing*, **17**(2): 253–260.
- Rhodes, B. J. (1997). The wearable remembrance agent: A system for augmented memory. *Personal Technologies*, **1**(4): 218–224.
- Robinson, L. (1990). Stress and anxiety. *The Nursing clinics of North America*, **25**(4): 935–943.
- Rosa, E., Lussignoli, G., Sabbatini, F., Chiappa, A., Cesare, S. D., Lamanna, L., y Zanetti, O. (2010). Needs of caregivers of the patients with dementia. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, **51**(1): 54 – 58.
- S, L. (1991). What is stress. *Neurobiology and Neuroendocrinology*, p. 13–21.
- Sadowsky, C. H. y Galvin, J. E. (2012). Guidelines for the management of cognitive and behavioral problems in dementia. *The Journal of the American Board of Family Medicine*, **25**(3): 350–366.
- Sebastian, V. (2013). A theoretical approach to stress and self-efficacy. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, **78**(0): 556 – 561. {PSIWORLD} 2012.



- Sharma, N. y Gedeon, T. (2012). Objective measures, sensors and computational techniques for stress recognition and classification: A survey. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, **108**(3): 1287 – 1301.
- Starner, T., Mann, S., Rhodes, B., Levine, J., Healey, J., Kirsch, D., Picard, R. W., y Pentland, A. (1997). Augmented reality through wearable computing.
- Sturm, V. E., Yokoyama, J. S., Seeley, W. W., Kramer, J. H., Miller, B. L., y Rankin, K. P. (2013). Heightened emotional contagion in mild cognitive impairment and alzheimer's disease is associated with temporal lobe degeneration. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **110**(24): 9944–9949.
- Tutar, H., Cankurtaran, E., Tekin, P., y Caykoylu, A. (2013). The relationship between coping strategies and caregiver burden in caregivers of people with alzheimer's dementia. *Alzheimer's and Dementia*, **9**(4, Supplement): P484 –. Alzheimer's Association International Conference 2013 Alzheimer's Association International Conference 2013.
- Wilt, J., Oehlberg, K., y Revelle, W. (2011). Anxiety in personality. *Personality and Individual Differences*, **50**(7): 987 – 993. Special Issue on Anxiety (dedicated to the memory of Professor Blazej Szymura).

## **Apéndice A. Apéndice**

El apéndice...