

08-008

USE OF NANOPRODUCTS IN CONSTRUCTION INDUSTRY: A SWOT-PEST MODEL

Díaz Soler, Beatriz María; Martínez Aires, María Dolores; López Alonso, Mónica
Universidad de Granada

The potential of nanotechnology to provide new solutions and opportunities in many different sectors, is a topic of growing concern. The construction industry is not unrelated to this progress, in fact, multiple nanoproducts are already employed for building applications, such as self-cleaning coatings, high efficiency insulation materials or decontaminating concrete. However, there are currently knowledge gaps regarding the toxicological properties of nanomaterials, in fact nanoproducts could be harmful to health and the environment. Thus the contradiction between the economic-technological benefits and potential risks is evident. This paper aims at providing a recommendations to achieve a rapid and safety implementation of nanoproducts in construction industry in a strategic manner. To achieve this target, the authors have been explore the development and use of nanoproducts in construction industry analysing, adopting analysis tools stemming from the SWOT (Strengths,Weaknesses, Opportunities, and Threats)–PEST (Political, Economic, Social and Technological) model.

Keywords: *SWOT–PEST model; construction materials; nanomaterials*

USO DE NANOPRODUCTOS EN INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN: MODELO DAFO-PEST

El potencial de la nanotecnología para proporcionar nuevas soluciones y oportunidades en muchos sectores diferentes, es un tema de gran interés. La industria de la construcción no es ajena a este progreso, de hecho, ya son muchos los nanoproductos que se emplean para aplicaciones de construcción, tales como revestimientos autolimpiantes, materiales de aislamiento de alta eficiencia u hormigón descontaminante. Sin embargo, actualmente existen lagunas de conocimiento sobre las propiedades toxicológicas de los nanomateriales, de hecho los nanoproductos podrían ser perjudiciales para la salud y el medio ambiente. Es por tanto, que la contradicción entre los beneficios económicos-tecnológicos y los riesgos potenciales se muestra evidente. Este trabajo tiene como objetivo proporcionar una serie de recomendaciones para lograr una implantación rápida y segura de los nanoproductos en la industria de la construcción de forma estratégica. Para lograr este objetivo, las autoras han explorado el desarrollo y uso de los nanoproductos en la industria de la construcción, adoptando las herramientas derivadas del análisis DAFO (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) modelo -PEST (Político, Económico, Social y Tecnológico).

Palabras clave: *DAFO–PEST modelo; materiales de construcción; nanomateriales*

Correspondencia: Beatriz María Díaz Soler atriz@correo.ugr.es

1. Introducción

La nanotecnología permite producir nuevos materiales, estructuras y dispositivos con propiedades extraordinarias, aprovechando las características que manifiestan los materiales a la escala nanométrica, diferentes de las habituales (European Commission, 2012b). De hecho el uso de los nanomateriales ha originado un gran crecimiento económico y tecnológico (Adlakha-Hutcheon et al., 2009), en particular el incremento en la utilización de materiales de construcción derivados de la nanotecnología (Bartos, 2009).

La nanotecnología es capaz de mejorar las propiedades de los materiales tradicionales o desarrollar otros nuevos (Hanus & Harris, 2013), a continuación se citan algunos ejemplos que ilustran las posibles aplicaciones. En primer lugar, en relación a los derivados del cemento, mediante la adición de nanotubos de carbono y nanofibras se puede duplicar la resistencia del cemento (Nasibulina et al., 2010). También la nano-sílice permite obtener hormigones de alta resistencia que llegan a alcanzar los 500MPa (Schmidt et al., 2013). En cuanto a los revestimientos, es posible dotar de propiedades antimicrobianas con la adición de nanoplate, para utilizarlo por ejemplo en entornos hospitalarios (Kumar, Vemula, Ajayan, & John, 2008). Otra solución que previene posibles fallos en los viales como consecuencia de la penetración del agua, es dotar al terreno de propiedades hidrofóbicas a la misma vez que mejora sus propiedades geotécnicas (Ugwu, Arop, Nwoji, & Osadebe, 2013).

Sin embargo, aunque parecen ser bien comprendidos los beneficios de los nanomateriales (Datta, 2006), la información existente sobre sus riesgos potenciales es muy limitada. Esto ha estimulado las iniciativas en investigación sobre las características de los nanomateriales artificiales y correlación con los efectos tóxicos para asegurar un uso seguro de la nanotecnología (Borm et al., 2006; Donaldson et al., 2005; Hoet, Bruske-Hohlfeld, & Salata, 2004; Maynard et al., 2004; Maynard & Aitken, 2007; Ostiguy, Soucy, Lapointe, Woods, & Ménard, 2008; H. Yang, Liu, Yang, Zhang, & Xi, 2009). Actualmente la asociación entre los efectos tóxicos y dosis sigue siendo un tema aún pendiente de esclarecer (Savolainen et al., 2010), pero en principio los materiales a escala nano son más tóxicas que el mismo material a escala macro, debido principalmente al aumento del área superficial (Tanarro, 2010). Por otro lado, la creciente preocupación por el impacto en la salud y la seguridad por el uso de nanopulvos y otros nanomateriales están casi centradas exclusivamente en los potenciales efectos tóxicos, pero también se debe tener en cuenta el riesgo de incendio y explosión de los nanopulvos (Pritchard, 2004).

Sin embargo esto no impide que cada vez haya más trabajadores de la construcción expuestos a nanomateriales, por lo que estamos ante un nuevo riesgo emergente (Tanarro & Gálvez, 2009). Además aparece otro nuevo grupo emergente con riesgo de exposición, los usuarios de las viviendas donde se han utilizado nanoproduitos. Por otro lado, a pesar del escenario marcado por la incertidumbre a la hora de abordar la gestión y la seguridad de forma integral, es notorio la ausencia de un marco específico legislativo en materia de seguridad y salud (European Commission, 2012b).

2. Objetivos

Este trabajo tiene como objetivo proporcionar una serie de recomendaciones para lograr un desarrollo del uso de los nanoproduitos en la industria de la construcción. Teniendo en cuenta tanto los aspectos internos como externos que afectan al progreso de la nanotecnología en la Industria de la Construcción.

3. Metodología

Para lograr este objetivo, las autoras han explorado el desarrollo y uso de los nanoproductos en la industria de la construcción, adoptando las herramientas derivadas del análisis DAFO y del modelo PEST. Esta metodología también ha sido utilizada en otros análisis del sector, como por ejemplo en el análisis de los proyectos de construcción sostenibles (Qiao & Sun, 2011).

El análisis DAFO (Debilidades - Amenazas - Fortalezas - Oportunidades), es una herramienta de análisis estratégico que conjuga el estudio de las fortalezas y debilidades, determinados por elementos internos con el estudio de las oportunidades y amenazas, dictadas por el entorno. Su objetivo es incluir en el plan estratégico estos factores internos y externos, maximizando el potencial de las fortalezas y las oportunidades y minimizando los efectos de las debilidades y las amenazas (EuropeAid, 2015). Este análisis presenta la ventaja, por ejemplo, de ser un método muy simple (Hill & Westbrook, 1997), sin embargo es subjetivo y cualitativo, ya que se basa en el juicio de sus participantes (Dyson, 2002).

El análisis PEST (Política – Economía – Sociedad – Tecnología) es un método estratégico para comprender los factores impactan en una organización el crecimiento estudia 4 dimensiones para comprender el crecimiento o descenso del mercado, la posición de negocio, el potencial y su dirección en una organización (The Times, 2009). Los factores políticos incluyen regulaciones gubernamentales y asuntos legales que pueden influir en la economía o en un determinado sector. Los factores económicos son los determinantes y que afectan directamente a una empresa a corto y largo plazo. Los factores sociales incluyen los aspectos culturales, aspectos relacionados con la salud, demográficos y la actitud y seguridad en el trabajo. Los factores tecnológicos se refieren a las innovaciones en la tecnología que pueden afectar las operaciones de la industria y el mercado de forma favorable o desfavorable. Esto se refiere a la automatización, la investigación y el desarrollo y la cantidad de conocimiento tecnológico que posee un mercado. (Pestleanalysis, 2014).

En síntesis, fundamentalmente el modelo DAFO se centra en el análisis del micro-ambiente interno, mientras que el PEST ilustra un marco de las dimensiones relacionadas macro-ambientales externas (Q. Yang, Yao, & Chen, 2011).

Tabla 1: Matriz del modelo DAFO-PEST

DAFO-PEST		Política	Economía	Sociedad	Tecnología
Factores internos	Fortalezas	FP	FE	FS	FT
	Debilidades	DP	DE	DS	DT
Factores externos	Oportunidades	OP	OE	OS	OT
	Amenazas	AP	AE	AS	AT

4. Resultados

De acuerdo con el estado actual de la implantación de la nanotecnología en la industria de la construcción, los principales factores que tienen mayor influencia en su desarrollo son resumidos en la Tabla 2.

Tabla 2: Modelo de análisis DAFO-PEST del desarrollo nanotecnológico en la industria de la construcción.

DAFO-PEST	Política	Economía	Sociedad	Tecnología
Fortaleza	Se está apostando por la inversión en investigación e innovación en nanotecnología (Europa Press Releases RAPID, 2011). Las políticas europeas impulsan la sostenibilidad en busca de la vivienda de consumo energético nulo (Unión Europea, 2010). La nanotecnología se presenta en este caso, como fuente de soluciones (View, 2014).	Estamos posiblemente ante una nueva revolución económica y social (Feliz & Pitarke, 2014) o la sexta ola económica (Shelley, 2006). Se reducen costes a largo plazo relacionados con el mantenimiento de elementos de construcción (Diamon Fusion International, 2014; MMFX Steel Corporation of America, 2014). Los nanoproduitos orientados a la eficiencia energética permiten ahorrar energía (Scobalit, 2014). Se optimizan los recursos y minimizan los residuos como consecuencia de la utilización, fabricación y control de cantidades nanométricas (Serena, 2010).	A pesar de que la nanotecnología aún es una gran desconocida por público en general (European Commission, 2010a), se percibe que ésta traerá más beneficios que riesgos (Burri & Bellucci, 2008) Se podrá mejorar las condiciones ambientales de ciudades que sufren altos índices de contaminación (Italcementi Group, 2014).	Actualmente se ha alcanzado un alto nivel de conocimiento en relación a lo que la nanotecnología puede aportar en la Industria de la Construcción (Mann, 2006).
Debilidad	Las políticas europeas en materia de seguridad y salud laboral sobre el uso de nanoproduitos (European Commission, 2012a) actualmente son insuficientes.	Pérdida inicial de determinados puestos de trabajo, por la reducción de tareas los tiempos y recursos en tareas de mantenimiento y ejecución.	Existe un gran desconocimiento sobre nanotecnología por parte de los agentes que intervienen en la edificación (Broekhuizen & Broekhuizen,	A pesar del potencial de la nanotecnología, aún son pocos los productos comercializados que incorporan esta tecnología, si lo comparamos con otros sectores (Díaz Soler,

DAFO- PEST	Política	Economía	Sociedad	Tecnología
	En las normativas técnicas aplicables a la edificación es prácticamente ausente.	Coste inicial alto de los productos nanotecnológicos de construcción.	2009). Incertidumbre sobre su correcto rendimiento técnico, como cualquier producto novedoso (Broekhuizen & Broekhuizen, 2009). La exposición a nanomateriales en el trabajo, es uno de los nuevos riesgos emergentes del sector de la construcción (Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (AESST), 2009).	Martínez Aires, & López Alonso, 2015; Woodrow Wilson Centre, 2010).
Oportunidad	La nanotecnología se ha convertido en un requisito estratégico en todo el mundo, ya que se trata de una de las tecnologías facilitadoras esenciales (European Commission, 2013)	Bajada de precios tanto de las materias primas como de los nanoproductos de construcción como consecuencia del aumento de su uso (Holman, 2007). Creación de nuevos perfiles profesionales en la construcción especializados: tanto en diseño, ejecución y seguridad. Dinamización del mercado de la vivienda: incremento del valor añadido de las viviendas que incorporan esta tecnología.	Gracias a la nanoremediación se podrán edificar en terrenos actualmente contaminados y recuperar su valor.	El desarrollo de la nanotecnología en construcción, puede impulsar, como indica, Bartos (2009) dicho sector, tradicionalmente poco innovador.
Amenaza	Existe un clima de confrontación que	Riesgo de quiebra y o estancamiento	Desequilibrios sociales, por el	Existen barreras técnicas a la hora

DAFO- PEST	Política	Economía	Sociedad	Tecnología
	podría tomar más brío en relación a los diferentes grupos y asociaciones que piden una moratoria sobre su uso, proponiendo un sistema estricto de regulaciones (Serena, 2010).	del comercio de los nanoproductos en construcción al por no ser competitivos en comparación con las prestaciones y precio aceptables de los productos no nanotecnológicos existentes (Broekhuizen & Broekhuizen, 2009).	aumento de la brecha entre ricos y pobres, como consecuencia de un acceso a esta nueva tecnología por parte de una población determinada (Serena, 2010). Posible impacto de los nanomateriales sobre la salud de los trabajadores (Tanarro, 2010), los consumidores (International Council of Nanotechnology (ICON), 2015) y el medio ambiente incierto (Chemicals Stakeholder Forum, 2004). Aparición de nanoresiduos (NEPHH'S CONSORTIUM, 2012).	de desarrollar nuevos materiales, ya que es necesario la dotación de nanoinstrumentación (Bartos, 2009).

Basándose en el análisis del modelo DAFO-PEST, se puede llegar a la conclusión respecto a los factores internos que son múltiples las ventajas, como por ejemplo el respaldo político para el desarrollo de la nanotecnología, y ésta, como nueva fuente de desarrollo económico y tecnológico para la Industria de la Construcción. Las desventajas, tales como la falta de impregnación de cultura nanotecnológica así como la falta de normativas y regulación se pueden minimizar tomando estrategias e iniciativas de regulación y formación. Por el contrario, desde la perspectiva de los factores externos, las oportunidades coexisten con las amenazas, y factores inciertos e incontrolables podrían estar tomando mayor fuerza, como es el caso de los riesgos asociados a la exposición a nanomateriales.

Desde la perspectiva política, las ventajas coexisten con las desventajas, en el sentido de que aunque por un lado se fomenta y apoya el desarrollo de la nanotecnología, los aspectos relacionados sobre la seguridad del uso de esta nueva tecnología han sido tratados con en segundo plano, comercializándose hoy en día productos, de los cuales aún no se sabe con seguridad si son seguros, supeditando por tanto los intereses económicos frente al principio de precaución. Desde el punto de vista económico, el vigoroso desarrollo de la nanotecnología ha permitido el progreso de los nanoproductos en la construcción, aunque de momento se marcan altos los precios en el mercado, se espera un previsible decremento de los mismos. Para ello es necesaria una expansión comercial de los mismos, a través fundamentalmente, del conocimiento acerca de las soluciones nanotecnológicas existentes

entre los agentes del proceso constructivo, para que lo incluyan desde la fase de diseño de las viviendas así como al público en general, para que como futuros consumidores de viviendas, conozcan las atractivas soluciones nanotecnológicas que existen. En cuanto el punto de vista social, es sin duda el aspecto más fragmentado, es decir la incertidumbre acerca de los riesgos toxicológicos de los nanomateriales, condiciona sin duda, el progreso de la nanotecnología en general, sin embargo, se contraponen con los deseos de mejorar las condiciones de vida y la percepción positiva de esta tecnología. Por último desde el punto de vista tecnológico, aunque hay un gran progreso técnico en la materia, es necesario seguir investigando, tanto en relación a la Ciencia de Materiales como en Nanotoxicología.

5. Conclusiones

Tras realizar el modelo DAFO-PEST, ha sido posible identificar los factores clave para apoyar para desarrollo de tomas de decisiones para promover el desarrollo y uso seguro de la nanotecnología en la industria de la construcción:

- Se debe incrementar la inversión en investigación en los aspectos toxicológicos de los nanomateriales.
- Es necesario apoyar y financiar a las empresas pequeñas que deciden invertir en nanoinstrumentación.
- Es indispensable formar a los futuros ingenieros y arquitectos desde las aulas en nanociencia y nanotecnología.
- Promover la divulgación científica respecto a la nanotecnología entre el público en general. Así como la publicidad en cuanto a las nuevas soluciones nanotecnológicas que dan valor añadido a las viviendas.
- Seguir el principio de precaución con respecto a la comercialización de nanomateriales. Manteniendo cierta flexibilidad a la luz de los conocimientos actuales sobre los riesgos de la exposición a nanomateriales. Experiencias pasadas como la del amianto, deben de hacer reflexionar sobre de qué manera se está abordando esta situación.
- Los reglamentos técnicos de edificación deben de actualizarse e incorporar esta tecnología tanto en elementos de construcción, como en dimensionamiento/preparación, puesta en obra de hormigones, aceros...
- Se requiere una pronta actuación legislativa en materia de seguridad y salud, para que establezca un marco seguro en el cual se sienten las bases para la Prevención de Riesgos Laborales en el uso de nanomateriales.
- Establecer un debate ético sobre las implicaciones del uso de la nanotecnología, en la que se pueda establecer una hoja de ruta de desarrollo de la misma, procurando evitar problemas sociales.

6. Referencias

- Adlakha-Hutcheon, G., Khaydarov, R., Korenstein, R., Varma, R., Vaseashta, A., Stamm, H., & Abdel-Mottaleb, M. (2009). NANOMATERIALS, NANOTECHNOLOGY applications, consumer products, and benefits. *Nanomaterials: Risks and Benefits*, , 195-207. doi:10.1007/978-1-4020-9491-0_14
- Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (AESST). (2009). Previsiones de los expertos sobre los riesgos químicos emergentes en relación con la seguridad y la salud en el trabajo. *Facts*, 84

- Bartos, P. J. M. (2009). In Bittnar, Z Bartos, PJM Nemecek, J Smilauer, V Zeman, J. (Ed.), Nanotechnology in construction: A roadmap for development doi:10.1007/978-3-642-00980-8_2
- Borm, P. J. A., Robbins, D., Haubold, S., Kuhlbusch, T., Fissan, H., Donaldson, K., . . . Oberdorster, E. (2006). The potential risks of nanomaterials: A review carried out for ECETOC. *Particle and Fibre Toxicology*, 3, 11-11. doi:10.1186/1743-8977-3-11
- Broekhuizen, F. V., & Broekhuizen, P. V. (2009). Nano-products in the european construction industry.
- Burri, R. V., & Bellucci, S. (2008). Public perception of nanotechnology. *Journal of Nanoparticle Research*, 10(3), 387-391. doi:10.1007/s11051-007-9286-7
- Chemicals Stakeholder Forum. (2004). Criteria for concern of the chemicals stakeholder forum. Retrieved from <http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20130123162956/http://www.defra.gov.uk/environment/chemicals/csf/criteria.htm>
- Datta, K. (2006). Current knowledge about nanotechnology safety. 2006 Proceedings - Annual Reliability and Maintainability Symposium, Vols 1 and 2, , 70-74.
- Diamon Fusion International. (2014). Coating comparison chart. Retrieved from <http://www.dfisolutions.com/products/coating-comparison-chart/>
- Díaz Soler, B., Martínez Aires, M. D., & López Alonso, M. (2015). Producción científica en nanotecnología y aplicaciones en la industria de la construcción (V Workshop sobre Nanociencia y Nanotecnología (NANOUCO) ed.). Córdoba:
- Donaldson, K., Tran, L., Jimenez, L. A., Duffin, R., Newby, D. E., Mills, N., . . . Stone, V. (2005). Combustion-derived nanoparticles: A review of their toxicology following inhalation exposure. *Particle and Fibre Toxicology*, 2
- Europa Press Releases RAPID. (2011). Horizonte 2020. Retrieved from http://europa.eu/rapid/press-release_IP-11-1475_es.htm
- EuropeAid. (2015). ¿Qué es el análisis SWOT? Retrieved from http://ec.europa.eu/europeaid/evaluation/methodology/tools/too_swo_def_es.htm
- European Commission. (2012a). Policies. Retrieved from http://ec.europa.eu/nanotechnology/policies_en.html
- European Commission. (2012b). Segunda revisión de la normativa sobre los nanomateriales., Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo y al Comité Económico y social europeo.
- European Commission. (2013).
High-level expert group on key enabling technologies. Retrieved from http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/ict/key_technologies/kets_high_level_group_en.htm
- Feliz, I. O., & Pitarke, J. M. (2014). Nanotechnology: The great challenge of the little one. [Nanotecnología: El gran reto de lo pequeño] *Dyna* (Spain), 89(5), 49.
- Hanus, M. J., & Harris, A. T. (2013). Nanotechnology innovations for the construction industry. *Progress in Materials Science*, 58(7), 1056-1102.
- Hill, T., & Westbrook, R. (1997). SWOT analysis: It's time for a product recall.30(1), 46-52.
- Hoet, P. H. M., Bruske-Hohlfeld, I., & Salata, O. V. (2004). Nanoparticles — known and unknown health risks. *Journal of of Nanobiotechnology*,
- Holman, M. (2007). Nanomaterial forecast: Vol.s and applications. in ICON nanomaterial environmental health and safety research needs assessment. Lux Research,
- International Council of Nanotechnology (ICON). (2015). Nano-EHS database analysis tool. Retrieved from <http://icon.rice.edu/report.cfm>
- Italcementi Group. (2014). I.active VERTICAL hormigón fotocatalítico. Retrieved from <http://es.i-nova.net/es/content?articleId=67971>
- Kumar, A., Vemula, P. K., Ajayan, P. M., & John, G. (2008). Silver-nanoparticle-embeded antimicrobial paints based on vegetable oil. *Nat. Mater.*, 7, 236-241.
- Mann, S. (2006). Nanotechnology and construction

- Maynard, A. D., Baron, P. A., Foley, M., Shvedova, A. A., Kisin, E. R., & Castranova, V. (2004). Exposure to carbon nanotube material: Aerosol release during the handling of unrefined single-walled carbon nanotube material. *Journal of Toxicology and Environmental Health-Part A*, 67(1), 87-107. doi:10.1080/15287390490253688
- Maynard, A. D., & Aitken, R. J. (2007). Assessing exposure to airborne nanomaterials: Current abilities and future requirements. *Nanotoxicology*, 1(1), 26-41. doi:10.1080/17435390701314720
- MMFX Steel Corporation of America. (2014). Corrosion resistant. high-strength. over 100-year service life. Retrieved from <http://www.mmfx.com/advantages/>
- Nasibulina, L. I., Anoshkin, I. V., Shandakov, S. D., Nasibulin, A. G., Cwirzen, A., Mudimela, P. R., . . . Kauppinen, E. I. (2010). Direct synthesis of carbon nanofibers on cement particles. *Transportation Research Record*, (2142), 96-101. doi:10.3141/2142-14
- NEPHE'S CONSORTIUM. (2012). Guidelines for responsible management of waste nanomaterials.
- Ostiguy, C., Soucy, B., Lapointe, G., Woods, C., & Ménard, L. (2008). Health effects of nanoparticles
- Pestleanalysis. (2014). What is PESTLE analysis? A tool for business analysis. Retrieved from <http://pestleanalysis.com/what-is-pestle-analysis/>
- Pritchard, D. K. (2004). Literature review. explosion hazards associated with nanopowders. Retrieved from http://www.hse.gov.uk/research/hsl_pdf/2004/hsl04-12.pdf
- Qiao, D., & Sun, C. (2011). In Wang, Y Pang, Y Shen, GQP (Ed.), *The research of construction sustainable development strategy in china*. BEIJING; BAIWANZHUANG XICHENGGU, BEIJING, 10037, PEOPLES R CHINA: CHINA ARCHITECTURE & BUILDING PRESS.
- Savolainen, K., Alenius, H., Norppa, H., Pylkkanen, L., Tuomi, T., & Kasper, G. (2010). Risk assessment of engineered nanomaterials and nanotechnologies-A review. *Toxicology*, 269(2-3), 92-104. doi:10.1016/j.tox.2010.01.013
- Schmidt, M., Amrhein, K., Braun, T., Glotzbach, C., Kamaruddin, S., & Taenzer, R. (2013). Nanotechnological improvement of structural materials - impact on material performance and structural design. *Cement & Concrete Composites*, 36, 3-7. doi:10.1016/j.cemconcomp.2012.11.003
- Scobalit. (2014). Novel translucent solution for outstanding natural light diffusion, thermal insulation and acoustic properties. Retrieved from http://www.scobalit.ch/pdf/produktinformation/nanogel_Dok_en.pdf
- Serena, P. A. (2010). ¿Qué sabemos de? la nanotecnología. (Primera ed.). Madrid: Los Libros de la Catarata.
- Shelley, T. (2006). *Nanotecnología. nuevas promesas, nuevos peligros*. Barcelona: El Viejo Topo.
- Tanarro, C. (2010). Nota técnica de prevención 877: Evaluación del riesgo por exposición a nanopartículas mediante el uso de metodologías simplificadas
- The Times. (2009). Teaching business studies by example. Retrieved from <http://businesscasestudies.co.uk/#axzz3YVVjiXkH>
- Ugwu, O. O., Arop, J. B., Nwoji, C. U., & Osadebe, N. N. (2013). Nanotechnology as a preventive engineering solution to highway infrastructure failures. *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(8), 987-993. doi:10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000670
- Directiva 2010/31/UE del parlamento europeo y del consejo de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios (refundición), Diario Oficial de la Unión Europea (2010).
- View. (2014). Dynamic glass. Retrieved from <http://viewglass.com/life-with-view/benefits-of-view/>
- Woodrow Wilson Centre. (2010). Base de datos. Retrieved from <http://www.nanotechproject.org/inventories/consumer/browse/products/>

- Yang, Q., Yao, S., & Chen, X. (2011). The analysis of JiaXing sport industry with SWOT-PEST model. *Journal of Nanjing Institute of Physical Education (Social Science)*, 1, 85-90.
- Yang, H., Liu, C., Yang, D., Zhang, H., & Xi, Z. (2009). Comparative study of cytotoxicity, oxidative stress and genotoxicity induced by four typical nanomaterials: The role of particle size, shape and composition. *Journal of Applied Toxicology*, 29(1), 69-78. doi:10.1002/jat.1385