

## Psyecology

Revista Bilingüe de Psicología Ambiental / Bilingual Journal of Environmental Psychology

ISSN: 2171-1976 (Print) 1989-9386 (Online) Journal homepage: <http://www.tandfonline.com/loi/rprb20>

# Can serious games help to mitigate climate change? Exploring their influence on Spanish and American teenagers' attitudes / ¿Pueden los serious games ayudar a mitigar el cambio climático? Una exploración de su influencia sobre las actitudes de los adolescentes españoles y estadounidenses

Tania Ouariachi, José Gutiérrez-Pérez & María-Dolores Olvera-Lobo

To cite this article: Tania Ouariachi, José Gutiérrez-Pérez & María-Dolores Olvera-Lobo (2018): Can serious games help to mitigate climate change? Exploring their influence on Spanish and American teenagers' attitudes / ¿Pueden los serious games ayudar a mitigar el cambio climático? Una exploración de su influencia sobre las actitudes de los adolescentes españoles y estadounidenses, *Psyecology*, DOI: [10.1080/21711976.2018.1493774](https://doi.org/10.1080/21711976.2018.1493774)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/21711976.2018.1493774>



Published online: 10 Sep 2018.



Submit your article to this journal [↗](#)



Article views: 3



View Crossmark data [↗](#)



## Can serious games help to mitigate climate change? Exploring their influence on Spanish and American teenagers' attitudes / ¿Pueden los serious games ayudar a mitigar el cambio climático? Una exploración de su influencia sobre las actitudes de los adolescentes españoles y estadounidenses

Tania Ouariachi <sup>a</sup>, José Gutiérrez-Pérez <sup>b</sup>, and María-Dolores Olvera-Lobo <sup>b</sup>

<sup>a</sup>Hanze University of Applied Sciences; <sup>b</sup>Universidad de Granada

(Received 10 May 2017; accepted 25 June 2018)

**Abstract:** There is an urgent need to curb emissions and mitigate climate change, and this fight requires a change in teenagers' attitudes. In search of new approaches targeting youth, online games are seen as a promising tool for communication and education. Using the serious game *2020 Energy* as a case study, the main objective of this paper is to examine the influence of the game on Spanish and American teenagers' attitudes ( $N = 108$ ), employing a pretest-posttest design with an experimental condition (playing the game) and a control condition (not playing the game). Results show that there have not been statistically significant differences after playing the game, although when looking closer at each factor, some positive consequences can be found.

**Keywords:** climate change; energy saving; serious games; youth; environmental attitudes

**Resumen:** Es urgente y necesario reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mitigar el cambio climático, y esta lucha requiere un cambio en las actitudes de los adolescentes. En la búsqueda de nuevos enfoques dirigidos a los jóvenes, los *serious games* en formato *online* parecen una prometedora herramienta de comunicación y educación. Basándonos en el juego *2020 Energy* como estudio de caso, el principal objetivo de este artículo es examinar la influencia de dicho juego sobre las actitudes de adolescentes españoles y estadounidenses ( $N = 108$ ), empleando un diseño pretest-posttest con una condición experimental (jugar al juego) y una condición de control (no jugar al juego). Los resultados muestran que no había diferencias estadísticamente significativas después de jugar al juego, aunque una observación más detallada de cada factor ofrece algunas consecuencias positivas.

---

English version: pp. xx–xx / Versión en español: pp. xx–xx

References / Referencias: pp. xx–xx

Translated from English / Traducción del inglés: Miguel del Río

Authors' Address / Correspondencia con los autores: Tania Ouariachi, Hanze University of Applied Sciences; Professorship Communication, Behaviour & the Sustainable Society; School of Communication, Media & IT, Zernikeplein 7, 9747 AS Groningen, The Netherlands. E-mail: [t.ouariachi.peralta@pl.hanze.nl](mailto:t.ouariachi.peralta@pl.hanze.nl)

**Palabras clave:** cambio climático; ahorro de energía; serious games; juventud; actitudes medioambientales

Most of the world's energy is supplied through combustion of fossil fuels, releasing into the atmosphere carbon dioxide, one of the principal components of the greenhouse gases that are responsible for rapidly rising global temperatures and changing the climate. The consequences can be devastating for our societies. There is an urgent need to curb emissions and mitigate climate change, and this fight requires a change in people's attitudes. Teenagers are an important target in this fight. On the one hand, they are high consumers of electrical energy: research shows that households with an adolescent use 20% more electricity than households with the same number of adults due to their 'technology-dependency' (Gram-Hanssen, 2005; Oblinger & Oblinger, 2005). On the other hand, they are also the next generation of adult consumers. Therefore, they are well positioned to trigger a societal change, adopting sustainable attitudes in energy use from early ages.

Encouraging climate change mitigation by making a sustainable use of energy has become one of the main challenges of our time (Fornara, Pattitoni, Mura, & Strazzer, 2016; Jakovcevic & Reyna, 2016; Kamilaris, Pitsillides, & Fidas, 2016; Van Der Werff & Steg, 2015). Research has shown, however, that commitment is still limited and that youth is even less likely to engage in environmentally responsible actions than older age groups (Bofferding & Kloser, 2015; Fielding & Head, 2012; Partridge, 2008). Several studies have suggested that many climate communication and education efforts might have failed not necessarily because of little information being available, but because of the way climate change information is conveyed (Moser, 2010; Pinheiro & Farias, 2014; Reckien & Eisenack, 2013).

In search of new approaches for youth, online games are growing as strategic communication and education tools (Katsaliaki & Mustafee, 2014; Reckien & Eisenack, 2013; Wu & Lee, 2015). Under the paradigm of digital game-based learning (DGBL), teachers around the world are incorporating learning principles into videogames (Gee, 2003; Prensky, 2001). Online games on sustainability, energy conservation and climate change, considered serious games because they intend to fulfill a purpose, have also experienced most of their progress in the last 10 years (Frasca, 2007; Reckien & Eisenack, 2013).

Since little empirical research on the influence of online climate change games on teenagers' attitudes is available to date, we aim to contribute to this emerging field using the serious game *2020 Energy* as a case study. A secondary objective is to identify possible differences between teenagers from different nationalities in order to better understand the influence degree of the game. Next, we provide a literature review of this topic, the research methodology, the results, and final conclusions.

### **Serious games and climate change mitigation**

Climate change or energy information can be uninteresting for young people, so one solution is to use entertainment media (Reeves, Cummings, Scarborough, &

Yeykelis, 2015), as was done with birth control information in soap operas or nutrition information in radio dramas. Taking into consideration the communicative paradigm of the so-called ‘interactive generation’ (Aguaded-Gómez, 2011) or ‘digital natives’ (Prensky, 2001) and the hours young people spend playing games on the Internet, it would be logical to pay more attention to other types of entertainment media such as videogames. When they are intended to fulfill a purpose, to convey ideas or to persuade the players, they are called serious games (Frasca, 2007).

Being a mayor with the power to change a whole city towards a more sustainable place, balancing pollution, energetic productivity and citizens’ happiness, being a superhero and travelling back in time to save the planet from destruction by controlling human decisions and nature — these are just some examples of experiences offered when playing games such as *MyGreenPlanet* or *Mission Possible, Save the Planet*. They belong to a genre of serious games focusing on climate change issues, which offer experiential learning, transforming passive consumers of information into active players who absorb new information more readily; simulate unfamiliar circumstances that aren’t possible in real life; and inspire out-of-the-box thinking (Ouariachi, Olvera-Lobo, & Gutiérrez-Pérez, 2017).

Serious games about climate change have experienced most of the progress in the last 10 years, especially games in an online format (Reckien & Eisenack, 2013). The first climate change game was designed more than 30 years ago, as a board game that modelled increasing levels of CO<sub>2</sub> in the atmosphere (Wu & Lee, 2015), and since then climate change games have increased and diversified. Their goals can be summarized as (a) making players aware of the challenges associated with global warming, (b) providing knowledge and understanding with the issue of climate change and (c) encouraging players to take action and develop solutions (Ouariachi, Gutiérrez-Pérez, & Olvera-Lobo, 2017; Reckien & Eisenack, 2013; Wu & Lee, 2015). The mechanism through which this persuasion process occurs is that ‘playing a game can lead to a state of flow or immersion where players are extremely concentrated and time passes unnoticed’ (Soekarjo & Van Oostendorp, 2015, p. 37). This state of flow can lead to a higher awareness and understanding of relevant factors involved in the game (e.g., energy saving), and, in effect, to a positive change in attitude which can subsequently trigger a change in behaviours (Soekarjo & Van Oostendorp, 2015).

Some empirical studies have verified that serious games can be an effective tool to change people’s attitudes: Ruiz-Dávila, Montero-Pascual, Díaz-Tejero, and López-Fernández de Córdoba (2008) make use of the game *BBC Climate Challenge* with 60 teenagers in a high school and show in a qualitative study how they learnt which activities helped to reduce CO<sub>2</sub> emissions and the difficulty of balancing decisions. Reeves et al. (2015) built a social game about energy use in a virtual home and, in a field test, smart meter data showed a significant decrease in electricity usage when comparing 30-day periods before and after playing.

However, other scholars like Soekarjo and Van Oostendorp (2015) suggest that limited empirical evidence is currently available to prove the effectiveness of

games in attitude change: first of all, evidence of successful change in attitude after playing a persuasive game can only be found in five of 60 papers reviewed. Secondly, using a pretest-posttest design, they tested whether change in attitude was different for people playing the persuasive game *EnerCities* compared to a control condition where participants read a document with highly similar information, finding no significant differences.

In this study, we focus on the influence of the game *2020 Energy*, a serious and educational online game supported by Intelligent Energy Europe (European Commission) targeting youth over 12 years old that offers through nine missions questioning on the issues of efficiency and the reduction of energy consumption, renewable energies and sustainable development in the context of climate change. It is available in 10 languages, and according to web analytics, the number of active users per day is 70, and the main countries of origins are France, the United States, Sweden, Colombia, Spain and Italy.

### **Research methodology**

In order to examine the influence of *2020 Energy* among teenagers, this study uses a pretest-posttest research design in which participants are divided into two conditions: the experimental condition (playing) and the control condition (not playing). In each country, there was one core group that served as an experimental group and another as a control group. We complement these results with group discussions to get qualitative data about their interaction with the game.

### ***Participants***

A total of 108 teenagers took part in this study: 58 students from Spain (24 males and 34 females) and 50 from the USA (21 males, 28 females and one unknown gender) between the ages of 12 and 14. Both samples correspond to four different core groups in junior high schools; therefore, one core group serves as an experimental group and the other as a control group in Spain (experimental group: 30 teenagers; control group: 28 teenagers) and the USA (experimental group: 27 students; control group: 23 students). All students belong to middle-high social classes and urban areas, and their teachers have previously addressed climate change very superficially in their science classes. The game session and the questionnaires were planned as activities during class hours by their corresponding teachers.

### ***Measures***

Participants completed an online pretest as well as an online posttest questionnaire. The items that compose the category of attitudes are: self-efficacy — dealing with the ease or difficulty of performing a behaviour — and behavioural intentions — subjective probability that he or she will engage in a given behaviour. For some scholars, both behavioural intentions and self-efficacy should be considered in conjunction as

immediate antecedents to behaviour (Ajzen, 1985). These items were measured in the following way:

**Self-efficacy**, by asking students if it is difficult for them to act to reduce the effects of climate change (1 = ‘totally disagree’, 2 = ‘tend to disagree’, 3 = ‘tend to agree’, 4 = ‘totally agree’).

**Behavioural intentions**, by asking students if they are willing to do a series of activities: moving by public transport (1 = ‘yes’, 2 = ‘no’), moving by bicycle (1 = ‘yes’, 2 = ‘no’), turning off lights (1 = ‘yes’, 2 = ‘no’), turning off computers (1 = ‘yes’, 2 = ‘no’), shopping for local products (1 = ‘yes’, 2 = ‘no’), growing food in gardens (1 = ‘yes’, 2 = ‘no’), recycling (1 = ‘yes’, 2 = ‘no’), reusing products (1 = ‘yes’, 2 = ‘no’), using low energy products (1 = ‘yes’, 2 = ‘no’).

In our study, the coefficient of reliability of the scales calculated from Cronbach’s alpha are .628 and .842 respectively. Content validity is determined by a selection of items and scales previously explored by other authors (Dib & Adamo-Villani, 2014; Knock & De Vries, 2011; López-Becerra, 2012; Pettenger, Douglas, & Young, 2013; Rebolledo-Mendez, Avramides, De Freitas, & Memarzia, 2009; Seebauer, 2013; Soekarjo & Van Oostendorp, 2015). Item wordings and response scales resemble these studies and take into account game contents. The questionnaires were pretested in Spain and in the USA for simple language and rephrased if necessary with a total of 30 students of the same age range as the sample of our study. Pretesting revealed that we had to eliminate ‘middle’ responses (e.g., we converted scales from 1 to 5 to 1 to 4); ensure in the introduction of the questionnaires that their responses would be anonymous; and accompany some of the questions and statements with simple and clear examples in order to be understood properly by students. In addition to students’ feedback, we shared the questionnaires with their teachers to adapt them properly to teenagers’ language.

### ***Instrument***

We use the game *2020 Energy*, which is played individually and takes around 30–45 minutes. In the game, players are immersed into different missions, where they are presented with multiple-choice questions and take the role of advisors to help different characters like Sam or Lisa make sustainable decisions. For instance, the player has to help Lisa to find the right dress for her concert and is given answers such as: (a) it does not matter what we wear, what matters is how we wash it; (b) buy a raw slim denim and an XXL T-shirt; (c) buy a dress similar to the one she had spotted. At first glance, just one letter of the brand is different; (d) borrow a friend’s dress; (e) bring her old clothes to a friend who designs fashion out of second-hand clothes.

To make decisions, players also count on the help of three consultants (economical, environmental, social). After a decision is made, a graphic appears to inform the player if the decision has been equitable (social + economic sustainability), livable (social + environmental sustainability), bearable (economic + environmental sustainability) or sustainable (economic + social + environmental sustainability). Returning to the previous example (helping Lisa to find the right dress for her concert), the option of borrowing a friend’s dress would be considered a livable decision, while the



Figure 1. Feedback after decision-making.

Source: ©TRALALERE; 2020 *Energy Serious Game*.

option of bringing her old clothes to a friend who designs fashion out of second-hand clothes would be considered a sustainable decision (Figure 1).

Contents promoted are addressed through: (a) the responsibility and impact on society of our actions; (b) the temporal dimension of our actions and their consequences in the long run; and (c) the links between the individual, local and global scales of the issues. The following table (Table 1) summarizes the missions and the main messages.

### ***Procedure***

All students completed the online pretest (five min.) around two weeks before the experimental groups played the game and all the students did the posttest. The game session took place during a single class period in which students played the nine missions of the game (around 30–45 min.) in pairs due to a shortage of computers for all students. Spanish students played the game in Spanish and American students in English. After finalizing the game, the students completed the online posttest individually (five min.) and participated in a group discussion (10 min.) guided by the researchers with the support of their teachers. The discussion with the experimental groups (30 students in Spain and 27 in the USA) was aimed to be a collective exchange of ideas to share their opinions about the game (e.g., interesting, fun, boring, etc.), the missions they enjoyed the most, their main take-away and their predisposition to adjusting their lifestyles. The group discussion also helped researchers to gather

Table 1. Summary of missions and messages in *2020 Energy*.

Mission	Key messages
Holiday	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Always remember to consider the different means of transportation at your disposal</li> <li>● For short trips, choose transportation that makes you work out. They produce no pollution or greenhouse gases and are good for your health</li> </ul>
Traffic congestion	<ul style="list-style-type: none"> <li>● The way cities are built has an impact on the use of transport and thus on the energy spent</li> <li>● For small distances use a bike, skateboard, or even better your own feet</li> <li>● Public transportation consumes energy, but on the scale of an individual traveller, it consumes much less than a car with a single passenger</li> </ul>
Feed the world	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Production, transportation and distribution of consumer goods like food require energy</li> <li>● By consuming seasonal local food you limit the energy consumption needed for production and storage</li> <li>● The consumption of imported goods requires 10 to 20 times more energy than local and seasonal food</li> </ul>
Dress code	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Even inanimate objects consume energy</li> <li>● Do not throw away</li> <li>● Buy locally produced goods whenever possible. It reduces the energy used for transport and also boosts the local economy</li> </ul>
Ghost town	<ul style="list-style-type: none"> <li>● By improving insulation of houses and buildings, we decrease energy consumption</li> <li>● There is an energy label for houses and buildings which gives an indication of the potential energy consumption</li> <li>● There are passive houses. Their energy consumption is very low and sometimes even approaches zero</li> </ul>

*(Continued)*



Table 1. (Continued).

Mission	Key messages
More efficiency	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Guidelines will be implemented in 2020 by each country in their own way to produce 20% more renewable energy, improve energy efficiency by 20% and emit 20% less CO<sub>2</sub></li> <li>● There is no label for sustainable products. However, there is already an energy label that lets you know the product's energy efficiency</li> </ul>
Community centre	<ul style="list-style-type: none"> <li>● You can power your home with renewable energy</li> <li>● Do not hesitate to take the lead</li> </ul>
The island	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Renewable energies are inexhaustible resources such as the wind, the sun, etc.</li> <li>● There are numerous types of sustainable energies: wind, solar, geothermal, tidal power ... There is a type of sustainable energy for every situation</li> </ul>
Back to the future	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Research and innovation are important factors for the development of renewable energy</li> <li>● There is no unique good solution</li> <li>● If we want to mitigate climate change, governments all across the world have to reduce energy consumption and increase the use of renewable energies</li> </ul>

qualitative data on their interaction with the game. The control group completed the posttest questionnaire in the classroom after their daily break.

### *Analysis*

The researchers used Google Forms to compose and send the surveys online. The data were later transferred to the software SPSS Statistics in order to apply inferential analyses (Chi-squared tests) and descriptive statistics (frequencies, percentages, measures of central tendency and variability). We translated the students' names into numbers to guarantee their anonymity.

### **Results and discussion**

In order to examine whether the game has influenced students' attitudes, we first analyse whether there have been statistically significant differences after the intervention (playing the game) between the experimental and the control group. To that end, we conducted a Chi-squared test. Taking into account the sample limitations of the selected groups and its low representativeness, we cannot generalize the results beyond our own sample, for which global results seem to support the null hypothesis: there were no statistically significant differences in the three categories of our study after the intervention applied to the experimental sample (Table 2); that is, the game does not cause by itself an improvement in attitudes ( $p = .881$ ,  $\alpha = .05$ ) on climate change and energy-related issues.

A more detailed analysis of the different items allows us, however, to find some positive consequences after playing the game. As can be observed in Figure 2, to the question if it is very difficult for them to reduce the effects of climate change, in Spain 20% more students in the experimental group chose the options 'totally disagree' or 'tend to disagree' in the posttest compared to the pretest, while in the control group, just 3.5% more students chose those response options in the posttest. The data in the

Table 2. Chi-squared test in posttest ( $\alpha = .05$ ).

Hypothesis contrast: Impact of the game per country	<i>N</i>		Chi-squared test			
	Total Exp. <i>N</i>	Group	<i>N</i> Contr. Group	$\chi^2$	<i>df</i>	<i>p</i>
Spain: Contrast EG-CG	58	30	28	2.798	8	.946
USA: Contrast EG-CG	50	27	23	3.934	8	.863
Global: Contrast EG-CG	108	57	51	3.731	8	.881

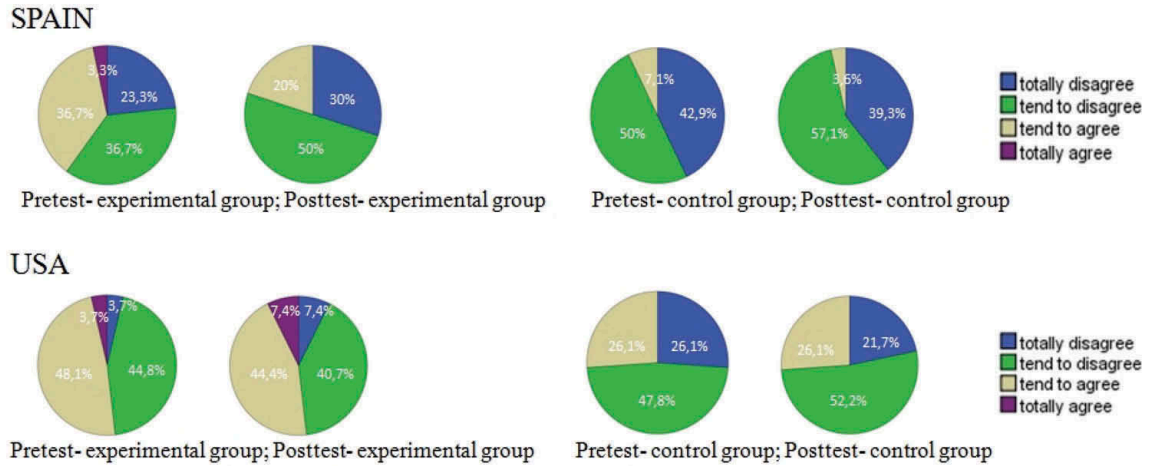


Figure 2. Circular diagrams for the determinant perceived behavioural control.

USA show, however, a different pattern of students’ responses: changes in the posttest of both experimental and control groups are hardly visible. In addition, the majority of American students still ‘tend to agree’ that it is very difficult for them to reduce the effects of climate change after playing the game.

The box plot diagram in Figure 3, based on measures of central tendency and variability, confirms how the game has had some sort of impact on Spanish students.

Regarding the question of which activities they would consider to reduce energy consumption, positive attitudinal changes can be observed in certain activities after playing the game, despite there not being any statistically significant differences compared to the control groups (Table 3).

Overall, activities related to energy reduction at home, such as turning lights and computers off or reusing products, receive the higher percentage of responses among students. In addition, when comparing results from pretest and posttest, we

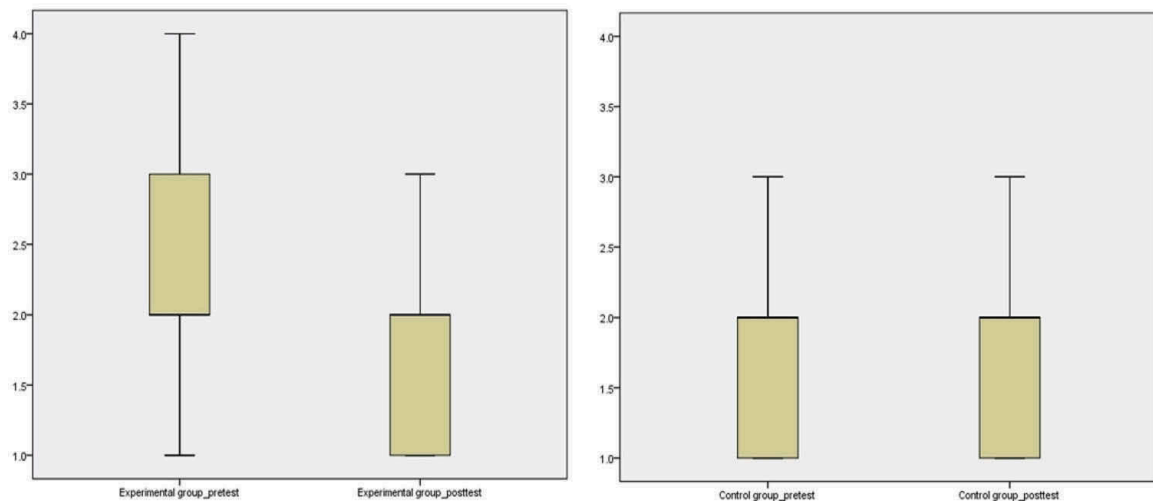


Figure 3. Box plot diagrams for the Spanish sample.

Table 3. Responses to the question on behavioural intentions among students in the experimental group.

ACTIVITIES	Experimental groups					
	Spain			USA		
	<i>N</i> (%) pretest	<i>N</i> (%) posttest	% diff	<i>N</i> (%) pretest	<i>N</i> (%) posttest	% diff
Moving by public transport (yes/no)	8 (26.7) 22 (73.3)	11 (36.7) 19 (63.3)	+ 10	8 (29.6) 19 (70.4)	11 (40.7) 16 (59.3)	+ 11.1
Moving by bicycle (yes/no)	4 (13.3) 26 (86.7)	16 (53.3) 14 (46.7)	+ 40	13 (48.1) 14 (51.9)	18 (66.7) 9 (33.3)	+ 18.6
Turning off lights (yes/no)	25 (83.3) 5 (16.7)	30 (100.0) 0	+ 16.7	26 (96.3) 1 (3.7)	26 (96.3) 1 (3.7)	0
Turning off computers (yes/no)	25 (83.3) 5 (16.7)	23 (76.7) 7 (23.3)	-6.6	20 (74.1) 7 (25.9)	20 (74.1) 7 (25.9)	0
Shopping for local products (yes/no)	15 (50.0) 15 (50.0)	12 (40.0) 18 (60.0)	-10	8 (29.6) 19 (70.4)	9 (33.3) 18 (66.7)	+ 3.7
Growing food in gardens (yes/no)	12 (40.0) 18 (60.0)	12 (40.0) 18 (60.0)	0	4 (14.8) 23 (85.2)	6 (22.2) 21 (77.8)	+ 7.4
Recycling (yes/no)	25 (83.3) 5 (16.7)	25 (83.3) 5 (16.7)	0	22 (81.5) 5 (18.5)	25 (92.6) 2 (7.4)	+ 11.1
Reusing products (yes/no)	23 (76.7) 7 (23.3)	19 (63.3) 11 (36.7)	-13.4	16 (59.3) 11 (40.7)	18 (66.7) 9 (33.3)	+ 7.4
Using low energy products (yes/no)	21 (70.0) 9 (30.0)	18 (60.0) 12 (40.0)	-10	16 (59.3) 11 (40.7)	17 (63.0) 10 (37.0)	+ 3.7

can observe that after playing the game there is an increase of Spanish students that have a more positive attitude towards moving by public transport, moving by bicycle and turning off lights, and an increase of American students that are more willing to move by public transport, shop for local products, grow food in gardens, recycle, reuse products and use low-energy products. We also see that the activity ‘turning off computers’ does not experience any increase by Spanish or American students, and in fact, this action is not promoted by the game. Instead, it was introduced by the authors as a filter question to test the impact of the game messages.

These results reveal that the game seems to have had a bigger impact on the American experimental group than on the Spanish group regarding positive attitude towards energy-saving behaviours, and that moving by bicycle is the activity that increased the most after playing the game, both among Spanish and American students. The missions ‘Holiday’ or ‘Traffic congestion’, where the player has to choose sustainable means of transportation, could be the ones that receive most of the attention by students (see Table 1).

During the group discussions, American and Spanish students confirmed that they found the game interesting, fun and recommendable to friends. They

enjoyed playing the game in pairs; they appreciated the advice provided by consultants in the game to guide their decisions; and they liked feeling responsible and doing well in the game. Criticism about the game was also posed by students, mostly in relation to the game's design. Some students would have liked better graphics, more challenge (e.g., by including more levels and response options) and other types of interactive mechanics (e.g., by including also mini-games). That would have helped to make the game more engaging. The same criticism is presented by game scholars, who believe that educational games usually have difficulty achieving the high levels of engagement associated with commercial games.

## Conclusions

The results of this study show that there have not been statistically significant differences between experimental and control groups when testing the influence of the game on attitudes, concretely on the variables self-efficacy and behavioural intentions. This finding corroborates other studies in the literature review, which did not find a significant difference between experimental and control conditions (Lavender, 2008; Soekarjo & Van Oostendorp, 2015). However, when looking closer at each factor, there are some changes. After playing the game, Spanish students experienced greater self-efficacy and American students had more positive intentions towards most low-carbon activities.

A possible explanation for the limited influence of the game might be related to the fact that even though teenagers might acknowledge that climate change is happening, some still do not believe they have a big role to play in mitigating the process (Markowitz, 2012) and are not fully willing to engage in action (Dijkstra & Goedhardt, 2012). This has been called the 'awareness-action gap' or 'knowledge-action gap' (Brandtner, 2012; Meinhold & Malkus, 2005). Research from different countries shows that young people tend to engage in 'minimal inconvenience' behaviours, such as switching the lights off or recycling (Cincera & Krajhanzl, 2013). Other studies have suggested that they tend to put 'self-enhancing' values like comfort above other more 'altruistic' values when considering environmental behaviour choices (Schneekloth & Albert, 2011). In fact, our research reveals that activities related to energy reduction at home, such as turning lights and computers off or reusing products, received the most positive attitude among students. Interesting related findings in this direction commenting on these adolescents' adherence to self-enhancing values come from studies linking pro-environmental attitudes and behaviour with mindfulness, which has been associated with an increased consideration of altruistic values through the concept of interconnectedness and interdependence among people and between people and nature (Panno *et al.*, 2017).

Another interesting finding in our research is that sustainable transportation — travelling by bike or public transportation — is the category that increases the most after playing the game in both countries, perhaps because more attention was

paid to game missions such as ‘Traffic congestion’ or ‘Holiday’, where the player has to choose sustainable means of transportation.

Our findings could also be related to the fact that the sample of students was quite environmentally friendly from the beginning, leaving little room for improvement. On average, participants already had relatively favourable climate change and energy-related attitudes before playing the game. Secondly, there is a risk that answers were subject to a ‘social desirability bias’ (Fisher, 1993 cited in Soekarjo & Van Oostendorp, 2015, p. 48). Results also reveal that there are differences between both nationalities: the same game can produce different results among players from different cultural backgrounds, different habits and structures that exist in each country (Vicente-Molina, Fernández-Saáin, & Izagirre-Olaizola, 2013). For instance, the results of our study have revealed how after playing the game, Spanish students experienced a higher degree of self-efficacy compared to American students, who still generally agreed that it is very difficult for them to reduce the effects of climate change after playing the game. The different degree of self-efficacy could be related to how media portray climate change in different countries. In the USA, media analyses reveal politically polarized opinions, including climate change skepticism (Boykoff, 2007). On the one hand, Democrats expose an acceptance of climate science and express concern about the issue, and on the other hand, an important number of Republicans question the validity of climate science and dismiss the urgency of the problem.

How climate change and energy-related messages are framed is of extreme importance (Maibach, Baldwin, Akerlof, Diao, & Nisbet, 2010; Uhl, Jonas, & Klackl, 2016). Values promoted in the game must resonate with the values of the target audience, and cultural aspects should always be taken into account. As revealed by the group discussions with students in relation to their interaction with the game, the design is also very relevant. As Mitgush & Alvarado (2012) explain, not only the players’ mindset and the contextual framing of the play situation influence the impact of serious games, but also the way the purpose and messages of games is channeled through their conceptual design. During informal group discussions after playing the game, students suggested that the game could have incorporated better graphics, more challenge (e.g., through levels) and other types of interactive mechanics.

Conclusions should be treated with caution: on the one hand, the sample is small and homogenous; on the other hand, findings are based on self-report answers instead of actual attitudes and behaviours in the short or long term. In addition, the playing session time was short and could not be repeated in order to fit in a single class period and not interfere with teachers’ class schedules during the academic year. Perhaps a way to solve this issue could be to include innovative teaching methods such as ‘flipped classrooms’, where students work at home (in this case play the game) and use the time in class for discussions.

The difficulties of conducting evaluations of serious games have been pointed out by several researchers. In addition to those just mentioned, other risks are that not all learners benefit equally from the game due to various factors such as

learning styles, prior knowledge and instructor influences (All, Nuñez-Castellar, & Van Looy, 2016; Mayer et al., 2014; Yang, Lin, & Liu, 2016). To build stronger evidence, similar studies could focus on larger pools of players and groups with different socio-economic backgrounds.

## **¿Pueden los *serious games* ayudar a mitigar el cambio climático? Una exploración de su influencia sobre las actitudes de los adolescentes españoles y estadounidenses**

La mayor parte de la energía mundial se suministra mediante la combustión de combustibles fósiles, lo que provoca la emisión a la atmósfera de dióxido de carbono, uno de los principales gases de efecto invernadero responsables del rápido incremento de las temperaturas en todo el mundo, así como del cambio en el clima. Las consecuencias para nuestras sociedades pueden ser devastadoras. Por lo tanto, es urgentemente necesario reducir las emisiones y mitigar el cambio climático, y esta lucha requiere un cambio en las actitudes de las personas. Los adolescentes son un grupo muy importante en esta lucha. Por una parte, son grandes consumidores de energía eléctrica: la investigación muestra que los hogares en los que viven adolescentes emplean un 20% más de electricidad que hogares con un número similar de adultos, debido a su ‘dependencia tecnológica’ (Gram-Hanssen, 2005; Oblinger & Oblinger, 2005). Por otra, también son la próxima generación de consumidores adultos. Por lo tanto, están bien posicionados para desencadenar un cambio social, adoptando actitudes sostenibles respecto al uso de la energía desde edades tempranas.

Fomentar la mitigación del cambio climático mediante un uso sostenible de la energía es uno de los mayores desafíos de nuestra era (Fornara, Pattitoni, Mura, & Strazzeria, 2016; Jakovcevic & Reyna, 2016; Kamilaris, Pitsillides, & Fidas, 2016; Van Der Werff & Steg, 2015). La investigación muestra, sin embargo, que el compromiso es aún limitado y que los jóvenes están aún menos dispuestos a llevar a cabo acciones ambientalmente responsables que los mayores (Bofferding & Kloser, 2015; Fielding & Head, 2012; Partridge, 2008). Diversos estudios han sugerido que muchas acciones dirigidas a la comunicación y la educación sobre el clima han fracasado, y no necesariamente porque no haya suficiente información disponible, sino por la manera en que se transmite la información sobre el cambio climático (Moser, 2010; Pinheiro & Farias, 2014; Reckien & Eisenack, 2013).

En la búsqueda de nuevos enfoques aplicables a la juventud, los juegos *online* se están fortaleciendo como herramientas estratégicas de comunicación y educación (Katsaliaki & Mustafee, 2014; Reckien & Eisenack, 2013; Wu & Lee, 2015). Bajo el paradigma del aprendizaje basado en juegos digitales (*digital game-based learning*, DGBL) profesores de todo el mundo están incorporando principios de aprendizaje a los videojuegos (Gee, 2003; Prensky, 2001). Los juegos *online* sobre sostenibilidad, ahorro de energía y cambio climático, llamados *serious games* (juegos serios) porque persiguen lograr un propósito, también



han experimentado mucho progreso en los últimos 10 años (Frasca, 2007; Reckien & Eisenack, 2013).

Dado que hay pocos datos basados en la investigación empírica de la influencia sobre la actitud de los adolescente de los juegos *online* sobre cambio climático, nuestro objetivo es contribuir a esta área emergente empleando el *serious game 2020 Energy* como estudio de caso. Un objetivo secundario es identificar posibles diferencias entre adolescentes de diferentes nacionalidades, con el fin de comprender mejor el grado de influencia del juego. A continuación, aportamos una revisión de la literatura sobre este tema, la metodología de investigación, los resultados y las conclusiones finales.

### ***Serious games* y mitigación del cambio climático**

El cambio climático o la información sobre la energía puede no resultar interesante a los jóvenes, por lo que una solución puede ser el empleo de los medios de entretenimiento (Reeves, Cummings, Scarborough, & Yeykelis, 2015), como se hizo como la información sobre métodos anticonceptivos en las telenovelas, o la información sobre nutrición en dramas radiofónicos. Teniendo en cuenta el paradigma comunicativo de la llamada ‘generación interactiva’ (Aguaded-Gómez, 2011) o los ‘nativos digitales’ (Prensky, 2001) y la cantidad de horas que pasan los jóvenes jugando juegos en Internet, sería lógico prestar más atención a otros tipos de medios de entretenimiento, como los videojuegos. Cuando persiguen lograr un objetivo, transmitir ideas o persuadir a los jugadores, se denominan *serious games* (juegos serios) (Frasca, 2007).

Ser alcalde con poder para transformar una ciudad entera y hacerla más sostenible, reducir la contaminación, mejorar la productividad energética y la felicidad de los ciudadanos... Ser un superhéroe y viajar atrás en el tiempo para salvar al planeta de la destrucción, controlando las decisiones de los seres humanos y a la naturaleza... Estos son algunos ejemplos de las experiencias disponibles al jugar juegos como *MyGreenPlanet* o *Mission Possible, Save the Planet*. Pertenecen a una serie de *serious games* que se centran sobre temas relacionados con el cambio climático, que ofrecen aprendizaje basado en la experiencia, transformando consumidores pasivos de información en jugadores activos que absorben información nueva con mayor facilidad; simulan circunstancias poco familiares que no son posibles en la vida real; e inspiran un pensamiento original (Ouariachi, Olvera-Lobo, & Gutiérrez-Pérez, 2017).

Los *serious games* sobre el cambio climático han avanzado mucho, sobre todo en los últimos diez años, en concreto los juegos en formato *online* (Reckien & Eisenack, 2013). El primer juego sobre cambio climático se diseñó hace más de 30 años, como un juego de mesa que modelaba los crecientes niveles de CO<sub>2</sub> en la atmósfera (Wu & Lee, 2015), y desde entonces han surgido muchos y muy diversos juegos sobre cambio climático. Resumiendo, sus metas son: (a) hacer a los jugadores más conscientes de los desafíos que presenta el cambio climático; (b) aportar conocimientos y comprensión sobre el cambio climático; y (c) animar a los jugadores a actuar

y desarrollar soluciones (Ouariachi, Gutiérrez-Pérez, & Olvera-Lobo, 2017; Reckien & Eisenack, 2013; Wu & Lee, 2015). El mecanismo mediante el que tiene lugar este proceso de persuasión se basa en que ‘jugar a un juego puede llevar a un estado de flujo o inmersión, por el cual los jugadores tienen un nivel de concentración extremo y el tiempo parece no pasar’ (Soekarjo & Van Oostendorp, 2015, p. 37). Este estado de inmersión puede llevar a una mayor conciencia y comprensión de los factores relevantes del juego (por ejemplo, el ahorro de energía) y, ciertamente, a un cambio positivo en ciertas actitudes que puede a su vez desencadenar un cambio sobre los comportamientos (Soekarjo & Van Oostendorp, 2015).

Algunos estudios empíricos han comprobado que los *serious games* pueden ser una herramienta efectiva para cambiar las actitudes de las personas: Ruiz-Dávila, Montero-Pascual, Díaz-Tejero, y López-Fernández de Córdoba (2008) utilizan el juego *BBC Climate Change* con 60 adolescentes en un instituto, y muestran en un estudio cualitativo cómo aprendieron qué actividades ayudan a reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, y las dificultades que presenta una toma de decisiones equilibrada. Reeves et al. (2015) crearon un juego social sobre el uso de energía en un hogar virtual y, en un estudio de campo, los medidores inteligentes mostraron una reducción significativa del consumo eléctrico cuando se compararon períodos de 30 días antes y después de jugar.

Sin embargo, otros investigadores como Soekarjo and Van Oostendorp (2015) sugieren que en la actualidad los datos empíricos disponibles para probar la efectividad de los juegos sobre el cambio actitudinal son limitados: en primer lugar, solo cinco de 60 artículos revisados contienen pruebas del cambio exitoso de actitudes después de jugar un juego persuasivo. En segundo lugar, empleando un diseño pretest-postest, comprobaron si los cambios de actitud eran distintos para las personas que jugaban al juego persuasivo *EnerCities*, en comparación con una condición de control en la que los participantes leían un documento con información muy similar. No encontraron diferencias significativas.

En este estudio estudiamos la influencia del juego *2020 Energy*, un *serious game* educativo *online*, desarrollado al amparo del Programa Energía Inteligente Europa (Comisión Europea) y dirigido a jóvenes de más de 12 años. A través de nueve ‘misiones’, el juego fomenta el debate sobre temas relacionados con el cambio climático, como la eficacia y la reducción del consumo de energía, las energías renovables y el desarrollo sostenible. Está disponible en 10 idiomas y, según las herramientas de análisis de acceso, el número de usuarios activos es de 70 diarios. Los principales países desde los que se visita la web del juego son Francia, Estado Unidos, Suecia, Colombia, España e Italia.

## Metodología de investigación

Para examinar la influencia de *2020 Energy* en los adolescentes, este estudio emplea un diseño de investigación pretest-postest, según el cual se divide a los participantes en dos condiciones: la condición experimental (jugar) y la condición de control (no

jugar). En cada país había un grupo experimental y un grupo control. Complementamos estos resultados con discusiones de grupo para enriquecerlos con datos cualitativos sobre la interacción de los adolescentes con el juego.

### ***Participantes***

Un total de 108 adolescentes participaron en el estudio: 58 estudiantes de España (24 varones y 34 mujeres) y 50 de Estados Unidos (21 varones, 28 mujeres y un participante de sexo desconocido) con edades comprendidas entre 12 y 14 años. Ambas muestras se corresponden a cuatro grupos básicos en la escuela secundaria; por tanto, un grupo básico sirvió de grupo experimental y el otro como grupo control en España (grupo experimental: 30 adolescentes; grupo control: 28 adolescentes) y en Estados Unidos (grupo experimental: 27 estudiantes; grupo control: 23 estudiantes). Todos los estudiantes procedían de clases sociales medias-altas y de áreas urbanas, y sus profesores habían hablado muy superficialmente sobre el cambio climático en la asignatura de ciencias. Los profesores incluyeron la sesión de juego y los cuestionarios como actividades dentro del horario lectivo.

### ***Medidas***

Los participantes completaron un pretest y un cuestionario postest, ambos *online*. Los ítems que componían la categoría de actitudes eran: autoeficacia (facilidad o dificultad para llevar a cabo una conducta) e intenciones conductuales (probabilidad subjetiva de llevar a cabo una conducta concreta). Para algunos investigadores tanto las intenciones conductuales como la autoeficacia deberían tomarse en conjunto como antecedentes inmediatos de la conducta (Ajzen, 1985). Estos ítems se midieron de la siguiente manera:

**Autoeficacia**, preguntando a los estudiantes si era difícil para ellos actuar para reducir los efectos del cambio climático (1 = ‘totalmente en desacuerdo’, 2 = ‘algo en desacuerdo’, 3 = ‘algo de acuerdo’, 4 = ‘totalmente de acuerdo’).

**Intenciones conductuales**, preguntando a los estudiantes si estaban dispuestos a llevar a cabo una serie de actividades: desplazarse en transporte público (1 = ‘sí’, 2 = ‘no’), desplazarse en bicicleta (1 = ‘sí’, 2 = ‘no’), apagar las luces (1 = ‘sí’, 2 = ‘no’), apagar los ordenadores (1 = ‘sí’, 2 = ‘no’), comprar productos locales (1 = ‘sí’, 2 = ‘no’), plantar huertos (1 = ‘sí’, 2 = ‘no’), reciclar (1 = ‘sí’, 2 = ‘no’), reutilizar productos (1 = ‘sí’, 2 = ‘no’), emplear productos de bajo consumo (1 = ‘sí’, 2 = ‘no’).

En nuestro estudio, el coeficiente de fiabilidad de las escalas según el alfa de Cronbach es de .628 y .842, respectivamente. La validez del contenido se determinó mediante una selección de ítems y escalas previamente explorada por otros autores (Dib & Adamo-Villani, 2014; Knock & De Vries, 2011; López-Becerra, 2012; Pettenger, Douglas, & Young, 2013; Rebolledo-Mendez, Avramides, De Freitas, & Memarzia, 2009; Seebauer, 2013; Soekarjo & Van Oostendorp, 2015). La formulación de los ítems y las escalas de respuestas se

asemeja a dichos estudios y tiene en cuenta el contenido del juego. Para comprobar que el lenguaje era lo suficientemente simple, los cuestionarios se probaron previamente en España y en los Estados Unidos con 30 estudiantes del mismo rango de edad que los que componían nuestra muestra, y se reformularon si era necesario. En el test previo tuvimos que eliminar las respuestas ‘medias’ (es decir, convertimos las escalas de 1 a 5 a escalas de 1 a 4); asegurarnos de que en la introducción de los cuestionarios se informaba de que las respuestas serían anónimas; y acompañar algunas de las preguntas y afirmaciones con ejemplos simples y claros para que fueran comprensibles. Además de obtener comentarios por parte de los estudiantes, mostramos los cuestionarios a sus profesores para adaptarlos adecuadamente al lenguaje que emplean los adolescentes.

### ***Instrumento***

Empleamos el juego *2020 Energy*, que se juega individualmente en una sesión de entre 30 y 45 minutos. Los jugadores llevan a cabo diferentes misiones en las que se les presentan preguntas de elección múltiple, y ejercen el papel de consejeros para ayudar a diferentes personajes, como Sam o Lisa, a tomar decisiones orientadas a la sostenibilidad. Por ejemplo, el jugador debe ayudar a Lisa a encontrar un vestido adecuado para un concierto, y se le dan respuestas como: (a) no importa qué nos pongamos, lo que importa es cómo lo lavamos; (b) compra un vaquero simple ajustado y una camiseta de talla XXL; (c) compra un vestido similar al que ella había escogido a primera vista, solo difiere en que una letra de



Figure 1. Información tras la toma de decisiones. Fuente: ©TRALALERE; *2020 Energy Serious Game*.

la marca es distinta; (d) pídele prestado un vestido a una amiga; (e) lleva tu ropa vieja a un amigo que diseña moda a partir de ropa usada.

Para tomar las decisiones, los jugadores también pueden recabar la ayuda de tres asesores (económico, ambiental, social). Después de tomar una decisión, aparece un gráfico para informar al jugador si la decisión ha sido justa (sostenibilidad social + económica), viable (sostenibilidad social + ambiental), apta (sostenibilidad económica + ambiental) o sostenible (sostenibilidad económica + social + ambiental). Volviendo al ejemplo anterior (ayudar a Lisa a encontrar el vestido adecuado para el concierto), la opción de pedir prestado un vestido se consideraría una decisión vivible, mientras que la opción de llevar ropa vieja a un amigo que diseña moda a partir de ropa usada se consideraría una decisión sostenible (Figura 1).

Los contenidos que se pretende fomentar se abordan mediante: (a) la responsabilidad y el impacto de nuestras acciones sobre la sociedad; (b) la dimensión temporal de nuestras acciones y sus consecuencias a largo plazo; y (c) los nexos entre las escalas individual, local y global de los problemas. La siguiente tabla (Tabla 1) resume las misiones y los mensajes principales.

### ***Procedimiento***

Todos los estudiantes completaron el pretest *online* (cinco minutos) alrededor de dos semanas antes de que los grupos experimentales jugaran al juego y todos los estudiantes completaran el postest. La sesión de juego tuvo lugar durante una sola sesión de clase, durante la cual los estudiantes jugaron a las nueve misiones del juego (alrededor de 30–45 minutos) en parejas, ya que no había suficientes ordenadores para todos los estudiantes. Los estudiantes españoles jugaron al juego en español y los estudiantes estadounidenses en inglés. Después de terminar el juego, los estudiantes completaron individualmente el postest *online* (cinco minutos) y participaron en una discusión de grupo (10 minutos) guiada por los investigadores, con el apoyo de los profesores. La discusión con los grupos experimentales (30 estudiantes en España y 27 en Estados Unidos) perseguía ser un intercambio de ideas colectivo en el que se compartieran las opiniones acerca del juego (interesante, divertido, aburrido, etc.), las misiones que más les gustaron, su principal conclusión, y su predisposición a ajustar sus estilos de vida. La discusión de grupo también sirvió a los investigadores para recoger datos cualitativos sobre su interacción con el juego. El grupo control completó el cuestionario postest en el aula antes de su receso diario.

### ***Análisis***

Los investigadores emplearon Google Forms para redactar y enviar las encuestas *online*. Después se transfirieron los datos al programa SPSS Statistics para aplicar análisis inferenciales (pruebas de Chi cuadrado) y estadísticos descriptivos (frecuencias, porcentajes, medidas de tendencia y variabilidad central). Cambiamos los nombres de los estudiantes por números para garantizar su anonimato.

Tabla 1. Resumen de misiones y mensajes en *2020 Energy*.

Misión	Mensajes principales
Vacaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Recuerda siempre tener en cuenta los distintos medios de transporte a tu disposición</li> <li>● Para viajes cortos, usa medios de transporte que te hagan hacer ejercicio. No producen contaminación o gases de efecto invernadero y son buenos para tu salud</li> </ul>
Embotellamiento de tráfico	<ul style="list-style-type: none"> <li>● La forma en que se construyen las ciudades tiene un impacto sobre el uso del transporte y por tanto sobre la energía que se gasta</li> <li>● Para distancias cortas, usa una bicicleta, un monopatin, o aún mejor, tus propios pies</li> <li>● El transporte público consume energía, pero a escala de un viajero individual consume mucho menos que un coche con un solo pasajero</li> </ul>
Alimentar al mundo	<ul style="list-style-type: none"> <li>● La producción, transporte y distribución de los bienes de consumo como la comida requieren energía</li> <li>● Si consumes comida local y de temporada limitas el consumo de energía necesario para la producción y el almacenamiento</li> <li>● El consumo de productos importados requiere de 10 a 20 veces más energía que la comida local y de temporada</li> </ul>
Etiqueta	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Incluso los objetos inanimados consumen energía</li> <li>● No tires las cosas a la basura</li> <li>● Compra productos producidos localmente siempre que sea posible. Reduce el uso de energía en el transporte y también fomenta la economía local</li> </ul>

(Continúa)

Tabla 1. (Continuación).

Misión	Mensajes principales
Ciudad fantasma	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Si mejoramos el aislamiento de las casas y edificios disminuimos el consumo de energía</li> <li>● Hay una certificación energética para casas y edificios que da información sobre su consumo potencial de energía</li> <li>● Hay casas pasivas. Su uso de energía es muy bajo y en algunos casos incluso se aproxima a cero</li> </ul>
Más eficiencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>● En 2020 cada país implantará a su manera unas pautas para producir un 20% más de energías sostenibles, mejorar la eficiencia energética en un 20%, y emitir un 20% menos de CO2</li> <li>● No hay un etiquetado específico para productos sostenibles. Sin embargo, hay un etiquetado energético que te permite conocer la eficiencia energética del producto</li> </ul>
Centro de la comunidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Puedes alimentar tu hogar con energías renovables</li> <li>● No dudes en tomar la iniciativa</li> </ul>
La isla	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Las energías renovables son recursos inagotables, como el viento, el sol, etc.</li> <li>● Hay varios tipos de energías sostenibles: eólica, solar, geotérmica, marina ... Hay un tipo de energía renovable para todas las circunstancias</li> </ul>
Regreso al futuro	<ul style="list-style-type: none"> <li>● La investigación y la innovación son factores importantes para el desarrollo de las energías renovables</li> <li>● No hay una única solución adecuada</li> <li>● Si queremos mitigar el cambio climático, los gobiernos de todo el mundo deben reducir el consumo de energía e incrementar el uso de energías renovables</li> </ul>

## Resultados y discusión

Para analizar si el juego había influido sobre las actitudes de los estudiantes, analizamos en primer lugar si ha habido diferencias estadísticamente significativas después de la intervención (jugar al juego) entre los grupos experimental y control. Para ello aplicamos la prueba de Chi cuadrado. Teniendo en cuenta las limitaciones muestrales de los grupos seleccionados y su baja representatividad, no podemos generalizar los resultados más allá de nuestra muestra, para la cual los resultados globales parecen apoyar la hipótesis nula: no existen diferencias significativas en las tres categorías de nuestro estudio después de la intervención aplicada al grupo experimental (Tabla 2); esto es, el juego por sí mismo no causa una mejoría de las actitudes ( $p = .881$ ,  $\alpha = .05$ ) sobre el cambio climático y temas relacionados con el consumo de energía.

Un análisis más detallado de los diferentes ítems nos permite, no obstante, encontrar algunas consecuencias positivas después de haber jugado al juego. Como se puede observar en la Figura 2, a la pregunta de si es muy difícil para ellos reducir los efectos del cambio climático, un 20% más de estudiantes españoles del grupo experimental respondieron en el posttest ‘totalmente en desacuerdo’ o ‘algo en desacuerdo’ que en el pretest, mientras que en el grupo control el número de estudiantes que escogió esas respuestas en el posttest incrementó solo en un 3.5%. Los datos de Estados Unidos, sin embargo, muestra un patrón diferente de respuestas, y prácticamente no se observan cambios en el posttest de ambos grupos, control y experimental. Además, la mayoría de estudiantes estadounidenses aún tienden a estar ‘algo de acuerdo’ con la afirmación de que es muy difícil para ellos reducir los efectos del cambio climático después de jugar al juego.

El siguiente diagrama de caja (Figura 3), basado en las medidas centrales de tendencia y variabilidad, confirma que el juego tuvo algún tipo de influencia sobre los estudiantes españoles.

Tabla 2. Prueba de Chi-cuadrado en el posttest ( $\alpha = .05$ ).

Contraste de hipótesis: Impacto del juego según el país	<i>N</i>			Prueba Chi-cuadrado		
	<i>N</i> Grupo TotalExp.	<i>N</i> Grupo Contr.	$\chi^2$	<i>Gl</i>	<i>p</i>	
España: Contraste GE-GC	58	30	28	2.798	8	.946
EE.UU.: Contraste GE-GC	50	27	23	3.934	8	.863
Global: Contraste GE-GC	108	57	51	3.731	8	.881



## ESPAÑA



Pretest- grupo experimental; Posttest- grupo experimental    Pretest- grupo control; Posttest- grupo control

## ESTADOS UNIDOS



Pretest- grupo experimental; Posttest- grupo experimental    Pretest- grupo control; Posttest- grupo control

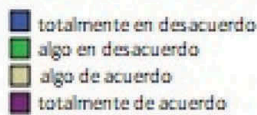


Figura 2. Diagramas circulares para el determinante control percibido del comportamiento.

En cuanto a la pregunta de qué actividades tendrían en cuenta para reducir su consumo de energía, se observan cambios de actitud positivos en ciertas actividades después de jugar al juego, pese a que no haya diferencias estadísticamente significativas en comparación con los grupos control (Tabla 3).

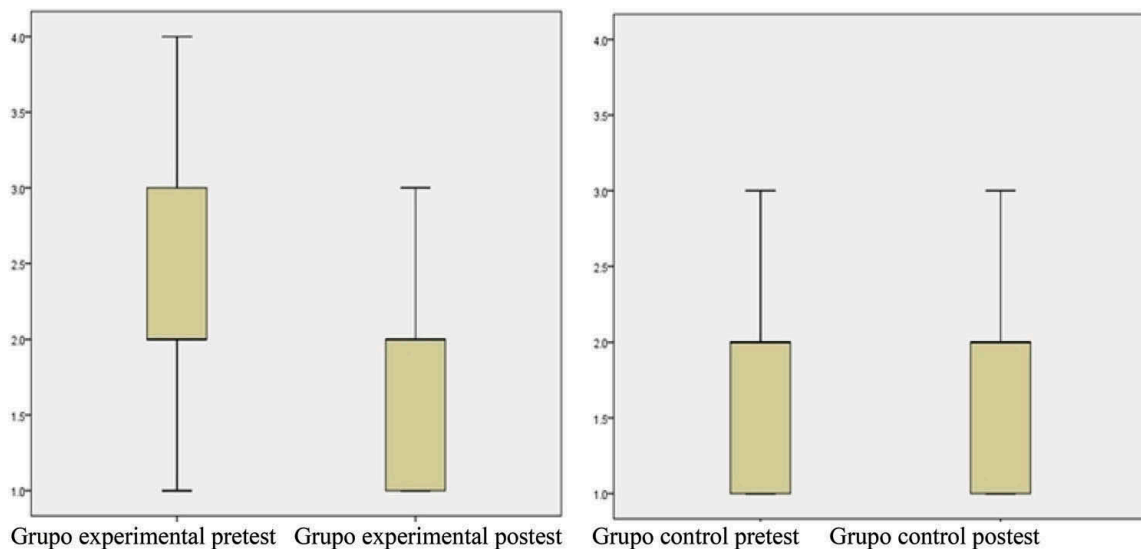


Figura 3. Diagramas de caja para la muestra española.

Tabla 3. Respuestas a la pregunta sobre intenciones conductuales entre los estudiantes del grupo experimental.

ACTIVIDADES	Grupos experimentales					
	España			EE.UU.		
	N (%) pretest	N (%) posttest	% dif	N (%) pretest	N (%) posttest	% dif
Desplazarse en transporte público (sí/no)	8 (26.7) 22 (73.3)	11 (36.7) 19 (63.3)	+10	8 (29.6) 19 (70.4)	11 (40.7) 16 (59.3)	+11.1
Desplazarse en bicicleta (sí/no)	4 (13.3) 26 (86.7)	16 (53.3) 14 (46.7)	+40	13 (48.1) 14 (51.9)	18 (66.7) 9 (33.3)	+18.6
Apagar las luces (sí/no)	25 (83.3) 5 (16.7)	30 (100.0) 0	+16.7	26 (96.3) 1 (3.7)	26 (96.3) 1 (3.7)	0
Apagar los ordenadores (sí/no)	25 (83.3) 5 (16.7)	23 (76.7) 7 (23.3)	-6.6	20 (74.1) 7 (25.9)	20 (74.1) 7 (25.9)	0
Comprar productos locales (sí/no)	15 (50.0) 15 (50.0)	12 (40.0) 18 (60.0)	-10	8 (29.6) 19 (70.4)	9 (33.3) 18 (66.7)	+3.7
Plantar huertos (sí/no)	12 (40.0) 18 (60.0)	12 (40.0) 18 (60.0)	0	4 (14.8) 23 (85.2)	6 (22.2) 21 (77.8)	+7.4
Reciclar (sí/no)	25 (83.3) 5 (16.7)	25 (83.3) 5 (16.7)	0	22 (81.5) 5 (18.5)	25 (92.6) 2 (7.4)	+11.1
Reutilizar productos (sí/no)	23 (76.7) 7 (23.3)	19 (63.3) 11 (36.7)	-13.4	16 (59.3) 11 (40.7)	18 (66.7) 9 (33.3)	+7.4
Emplear productos de bajo consumo (sí/no)	21 (70.0) 9 (30.0)	18 (60.0) 12 (40.0)	-10	16 (59.3) 11 (40.7)	17 (63.0) 10 (37.0)	+3.7

En general, los estudiantes mencionaron en un mayor porcentaje de respuestas las actividades relacionadas con la reducción del consumo de energía en el hogar, como apagar las luces y los ordenadores o reutilizar productos. Además, cuando se comparan los resultados del pretest y el postest, observamos que después de jugar al juego más estudiantes españoles tienen actitudes más positivas hacia el uso del transporte público y la bicicleta, así como apagar las luces; y más estudiantes estadounidenses están más dispuestos a usar el transporte público, comprar productos locales, plantar huertos, reciclar, reutilizar productos y emplear productos de bajo consumo. Vemos también que la actividad de ‘apagar los ordenadores’ no se incrementa para los estudiantes de ambos países; de hecho, esta actividad no se fomenta en el juego, sino que fue introducida por los autores como pregunta de filtro para evaluar el impacto de los mensajes del juego.

Estos resultados muestran que el juego parece haber tenido un mayor impacto sobre las actitudes positivas hacia las conductas de ahorro de energía en el grupo experimental de Estados Unidos que en el español, y que usar la bicicleta para desplazarse es la actividad hacia la cual la actitud mejoró más después de jugar al juego, tanto en los estudiantes estadounidenses como en los españoles. Las misiones ‘Vacaciones’ o ‘Embotellamiento de tráfico’, en las que el jugador debe escoger medios de transporte sostenibles, podrían ser las que recibieron más atención de los estudiantes (ver [Tabla 1](#)).

Durante las discusiones de grupo los estudiantes estadounidenses y españoles confirmaron que el juego les parecía interesante, divertido y recomendable. Disfrutaron de jugar en pareja; apreciaron los consejos de los asesores del juego para guiar sus decisiones; y les gustó sentirse responsables y hacer el bien en el juego. También ofrecieron críticas al juego, especialmente en cuanto a su diseño. Algunos estudiantes habrían preferido mejores gráficos, más desafíos (por ejemplo incluyendo más niveles y opciones de respuesta), y otros tipos de mecánicas interactivas (por ejemplo incluir mini-juegos). Eso habría ayudado a hacer el juego más interesante. Esta es una perspectiva que comparten los investigadores académicos, que creen que los juegos educativos por lo general tienen dificultades para lograr los niveles de implicación que logran los juegos comerciales.

## **Conclusiones**

Los resultados de este estudio muestran que la influencia del juego sobre las actitudes (concretamente sobre las variables autoeficacia e intenciones conductuales) no fue significativamente diferente entre los grupos experimental y control. Estos datos corroboran los hallados en otros estudios de la literatura, que tampoco encontraron diferencias significativas entre las condiciones experimental y control (Lavender, 2008; Soekarjo & Van Oostendorp, 2015). Sin embargo, al estudiar de cerca cada uno de los factores se aprecian algunos cambios. Después de jugar al juego los estudiantes españoles sintieron mayor autoeficacia y los estudiantes estadounidenses mostraron intenciones más positivas respecto a la mayoría de las actividades de baja emisión de carbono.

Una posible explicación para la limitada influencia del juego puede radicar en que, aunque los adolescentes pueden ser conscientes de que el cambio climático es un hecho que está ocurriendo verdaderamente, algunos aún no creen que puedan ejercer un papel significativo en mitigar el proceso (Markowitz, 2012) y no están completamente dispuestos a tomar acciones al respecto (Dijkstra & Goedhart, 2012). Este fenómeno se conoce como la ‘brecha conciencia-acción’ o brecha ‘conocimiento acción’ (Bradtner, 2012; Meinhold & Malkus, 2005). Investigaciones de distintos países muestran que los jóvenes tienden a llevar a cabo conductas de ‘mínima molestia’, como apagar las luces o reciclar (Cincera & Krajhanzl, 2013). Otros estudios sugieren que tienen a evaluar más positivamente valores de ‘conveniencia personal’ como el confort sobre otros más ‘altruistas’ a la hora de contemplar elecciones de comportamientos proambientales (Schneekloth & Albert, 2011). En efecto, nuestro estudio muestra que los estudiantes mostraban la actitud más positiva hacia las actividades relacionadas con el consumo de energía en el hogar, como apagar las luces y los ordenadores o reutilizar productos. Otros estudios han abordado la identificación con valores de conveniencia personal en adolescentes, con interesantes resultados que relacionan las actitudes y comportamiento proambientales con la conciencia plena (*mindfulness*), que se asocia con una mayor consideración de valores altruistas mediante el concepto de la interconexión y la interdependencia entre las personas y entre las personas y la naturaleza (Panno et al., 2017).

Otro hallazgo interesante de nuestra investigación es que los medios de transporte sostenibles (la bicicleta o el transporte público) son la categoría que mejoró más después de jugar al juego en ambos países, quizá porque se prestaba más atención a las misiones como ‘Embotellamiento de tráfico’ o ‘Vacaciones’, en las que el jugador debía escoger un medio de transporte sostenible. Nuestros datos también pueden relacionarse con el hecho de que la muestra de estudiantes mostraba bastante conciencia medioambiental desde un comienzo, lo que dejaba poco lugar a mejoras importantes. Como media, los participantes ya tenían actitudes relativamente favorables hacia el cambio climático y la energía antes de jugar al juego. En segundo lugar, es posible que las respuestas se escogieran por un ‘sesgo de deseabilidad social’ (Fisher, 1993 cited Soekarjo & Van Oostendorp, 2015, p. 48). Los resultados también muestran que había diferencias entre ambas nacionalidades: el mismo juego puede producir resultados distintos en jugadores de diferentes marcos culturales, hábitos y estructuras propios de cada país (Vicente-Molina, Fernández-Saáin, & Izagirre-Olaizola, 2013). Por ejemplo, nuestros resultados muestran que después de jugar al juego los estudiantes españoles mostraron un mayor grado de autoeficacia que los estadounidenses, quienes aún se mostraban en general de acuerdo con la alta dificultad de reducir los efectos del cambio climático después de jugar al juego. Este distinto grado de autoeficacia podría estar relacionado con la forma en que los medios representan el cambio climático en cada país. En los Estados Unidos, los análisis de medios revelan opiniones políticamente polarizadas, incluyendo el escepticismo respecto al cambio climático (Boykoff, 2007). Por una parte, los Demócratas muestran una aceptación de los datos procedentes de las ciencias climáticas, así como

preocupación sobre el tema y, por otra, una parte importante de los Republicanos cuestionan la validez de las ciencias del clima y desestiman la urgencia del problema.

La forma en que se representan los mensajes sobre el cambio climático y la energía es de extrema importancia (Maibach, Baldwin, Akerlof, Diao, & Nisbet, 2010; Uhl, Jonas, & Klackl, 2016). Los valores que fomenta el juego deben resonar con los valores previos de su audiencia, y los aspectos culturales deben siempre tenerse en cuenta. Como mostraron las discusiones de grupo con los estudiantes sobre su interacción con el juego, el diseño es también muy importante. Como explican Mitgush & Alvarado (2012), el impacto de los serious games no solo depende de la mentalidad de los jugadores y del ajuste contextual de la situación de juego, sino también de la forma en que se canalizan el propósito y los mensajes del juego mediante su diseño conceptual. En las discusiones informales de grupo después de jugar, los estudiantes mencionaron que el juego podría haber tenido mejores gráficos, haber sido más desafiante (por ejemplo mediante distintos niveles) y otro tipo de mecánicas interactivas.

Las conclusiones deben tomarse con precaución: por una parte, la muestra es pequeña y homogénea; por otra, los resultados proceden de respuestas autoinformadas en lugar de actitudes y comportamientos externos medidos en el corto y largo plazo. Además, la sesión de juego fue corta y, para ajustarla a una sola sesión y no interferir con los horarios de clase de los profesores, no podía repetirse. Una posible forma de solucionar este problema sería incluir métodos docentes innovadores como las ‘aulas invertidas’ (*flipped classrooms*), según los cuales los estudiantes trabajan en casa (en este caso jugarían al juego en casa) y emplean el tiempo en el aula para discutir y elaborar.

Varios investigadores han resaltado las dificultades en la evaluación de los *serious games*. Además de los ya mencionados, otros riesgos son que no todos los individuos se benefician por igual del juego, debido a diversos factores como estilos de aprendizaje, conocimientos previos e influencia del instructor (All, Nuñez-Castellar, & Van Looy, 2016; Mayer et al., 2014; Yang, Lin, & Liu, 2016). Para aportar pruebas más sólidas otros estudios similares podrían emplear más jugadores y grupos de distintos marcos socioeconómicos.

### **Acknowledgements / Agradecimientos**

We are very thankful to the teachers of the middle schools in Spain and the United States of America for their enthusiasm and involvement in carrying out this research with their students. We would also like to thank the referees for their comments. This work was supported by a Fulbright Scholarship and a Universidad de Granada/CEIBioTic scholarship. / *Estamos muy agradecidos a los profesores de secundaria de España y Estados Unidos de América por su entusiasmo e implicación en la realización de esta investigación con sus estudiantes. También queremos agradecer a los revisores por sus comentarios. Este trabajo recibió el apoyo de una Beca Fulbright y de una beca de la Universidad de Granada/CEIBioTic.*

## Disclosure statement

No potential conflict of interest was reported by the authors/ *Los autores no han referido ningún potencial conflicto de interés en relación con este artículo.*

## ORCID

Tania Ouariachi  <http://orcid.org/0000-0003-4472-4767>

José Gutiérrez-Pérez  <http://orcid.org/0000-0003-4211-9694>

María-Dolores Olvera-Lobo  <http://orcid.org/0000-0002-0489-7674>

## References / Referencias

- Aguaded-Gómez, I. (2011). Children and young people: The new interactive generations. *Comunicar*, 36(XVIII), 7–8.
- Ajzen, I. (1985). From intentions to actions: A theory of planned behavior. In Kuhl & Beckman (Eds.), *Action-control: From cognition to behavior* (pp. 11–39). Heidelberg: Springer.
- All, A., Nuñez-Castellar, E. P., & Van Looy, J. (2016). Assessing the effectiveness of digital game-based learning: Best practices. *Computers & Education*, 92, 90–103.
- Bofferding, L., & Kloser, M. (2015). Middle and high school students' conceptions of climate change mitigation and adaptation strategies. *Environmental Education Research*, 21, 275–294.
- Boykoff, M. (2007). From convergence to contention: United States mass media representations of anthropogenic climate change science. *Transactions*, 32, 477–489.
- Bradtner, D. (2012). *The influence of environmental awareness on personal and public pro-environmental behaviour in Austria. A quantitative secondary analysis based on data from the ISSP 2010* (Master Thesis). Graz: Karl-Franzens University.
- Cincera, J., & Krajhanzl, J. (2013). Eco-schools: What factors influence pupils' action competence for pro-environmental behavior? *Journal of Cleaner Production*, 61, 117–121.
- Dib, H., & Adamo-Villani, N. (2014). Serious sustainability challenge game to promote teaching and learning of building sustainability. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 28. doi:10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000357
- Dijkstra, E. M., & Goedhart, M. J. (2012). Development and validation of the ACSI: Measuring students' science attitudes, pro-environmental behavior, climate change attitudes and knowledge. *Environmental Education Research*, 18, 733–749.
- Fielding, K., & Head, B. W. (2012). Determinants of young Australians' environmental actions: The role of responsibility attributions, locus of control, knowledge and attitudes. *Environmental Education Research*, 18, 171–186.
- Fornara, F., Pattitoni, P., Mura, M., & Strazzera, E. (2016). Predicting intention to improve household energy efficiency: The role of value-belief-norm theory, normative and informational influence, and specific attitude. *Journal of Environmental Psychology*, 45, 1–10.
- Frasca, G. (2007) *Play the message: Play, game and videogame rhetoric* (Unpublished doctoral dissertation). Copenhagen: IT University of Copenhagen.
- Gee, J. P. (2003). *What video games have to teach us about learning and literacy*. New York, NY: Palgrave Macmillan.
- Gram-Hanssen, K. (2005). Teenage consumption of information and communication technology. *Proceedings of ECEEE Summer Study- What works & who delivers?* 1237–1247.
- Jakovcevic, A., & Reyna, C. (2016). Explaining energy efficiency behaviours among Argentinean citizens through the VBN mode. *Psychology*, 7, 282–305.

- Kamilaris, A., Pitsillides, A., & Fidas, C. (2016). Social electricity: A case study on users perceptions in using green ICT social applications. *International Journal of Environment and Sustainable Development*, 15, 67–88.
- Katsaliaki, K., & Mustafee, N. (2014). Edutainment for sustainable development: A survey of games in the field. *Simulation & Gaming*. doi:10.1177/1046878114552166
- Knock, E., & De Vries, P. W. (2011). EnerCities, a serious game to stimulate sustainability and energy conservation: Preliminary results. *eLearning Papers*, 25.
- Lavender, T. J. (2008). *Homeless: It's no game - measuring the effectiveness of a persuasive videogame* (Master Thesis). Burnaby, BC: Simon Fraser University.
- López-Becerra, F. (2012). Construcción y validación de un cuestionario sobre los hábitos de consumo de videojuegos en preadolescentes. *Revista electrónica de tecnología educativa*, 40, 1–12.
- Maibach, E., Baldwin, P., Akerlof, K., Diao, G., & Nisbet, M. (2010). Reframing climate change as a public health issue: An exploratory study of public reactions. *BMC Public Health*, 10, 299.
- Markowitz, E. (2012). Is climate change an ethical issue? Examining young adults' beliefs about climate and morality. *Climatic Change*, 114, 479–495.
- Mayer, I., Bekebrede, G., Hartevelde, C., Warmelink, H., Zhou, Q., Van Ruijven, T., ... Wenzler, I. (2014). The research and evaluation of serious games: Toward a comprehensive methodology. *British Journal of Educational Technology*, 45, 502–527.
- Meinhold, J. L., & Malkus, A. J. (2005). Adolescent environmental behaviours. Can Knowledge, Attitudes, and Self-Efficacy Make a Difference? *Environment and Behaviour*, 37, 511–532.
- Mitgutsch, K., & Alvarado, N. (2012). Purposeful by design? A serious game design assessment framework. *Proceedings of the International Conference on the Foundations of Digital Games*, New York, NY, ACM.
- Moser, S. C. (2010). Communicating climate change: History, challenges, process and future directions. *WIREs Climate Change*, 1, 31–53.
- Oblinger, D. G., & Oblinger, J. L. (2005). *Educating the net generation*. Boulder, CO: EDUCAUSE.
- Ouariachi, T., Gutiérrez-Pérez, J., & Olvera-Lobo, M. D. (2017). The impact of online games in awareness, knowledge and attitudes: 2020 energy as a case study. In C. Sánchez Sainz (Ed.), *Innovación universitaria: Digitalización 2.0 y excelencia en contenidos* (pp. 631–647). Madrid: McGraw-Hill.
- Ouariachi, T., Olvera-Lobo, M. D., & Gutiérrez-Pérez, J. (2017). Evaluación de juegos online para la enseñanza y aprendizaje del cambio climático. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 35(1), 193–214.
- Panno, A., Giacomantonio, M., Carrus, G., Maricchiolo, F., Pirchio, S., & Mannetti, L. (2017). Mindfulness, pro-environmental behavior, and belief in climate change: The mediating role of social dominance. *Environment and Behavior*, 1–25. doi:10.1177/0013916517718887
- Partridge, E. (2008). From ambivalence to activism: Young people's environmental views and actions. *Youth Studies Australia*, 2, 18–25.
- Pettenger, M., Douglas, W., & Young, N. (2013). Assessing the impact of role play simulations on learning in Canadian and US classrooms. *International Studies Perspectives*, 15, 491–508.
- Pinheiro, J. Q., & Farias, A. (2014). In search of a positive framework for communications about global climate change. Positive communication about global climate change/En busca de un encuadre positivo en la comunicación sobre el cambio climático global. *Comunicaciones positivas sobre el cambio climático global. Psicology*, 6, 229–251.
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants. *On The Horizon*, 9(5), 1–6.

- Rebolledo-Mendez, G., Avramides, K., de Freitas, S. & Memarzia, K. (2009). Societal impact of a Serious Game on raising public awareness: the case of FloodSim. In S. Spencer (Ed.), *Proceedings of the 2009 ACM SIGGRAPH Symposium on Video Games* (pp. 15–22). New York, NY: ACM. <http://dx.doi.org/10.1145/1581073.158107>
- Reckien, D., & Eisenack, K. (2013). Climate change gaming on board and screen: A review. *Simulation and Gaming, 44*, 253–271.
- Reeves, B., Cummings, J. J., Scarborough, J. K., & Yeykelis, L. (2015). Increasing energy efficiency with entertainment media: An experimental and field test of the influence of a social game on performance of energy behaviors. *Environment and Behavior, 47*, 102–115.
- Ruiz-Dávila, M., Montero-Pascual, M. E., Díaz-Tejero, B., & López-Fernández de Córdoba, C. M. (2008). Videojuegos para tender puentes. Diálogo y aprendizaje puestos en juego. *Comunicación y Pedagogía, 225*, 39–45.
- Schneekloth, U., & Albert, M. (2011). Developments on the big issues: Intergenerational equity, globalization, climate change. In M. Albert, Hurre, & G. Quenzel (Eds.), *Youth 2010 shell youth study* (pp. 165–184). Frankfurt: Fischer Taschenbuch Verlag.
- Seebauer, S. (2013). Measuring climate change knowledge in a social media game with a purpose. *Proceedings of the IEEE- 5th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-GAMES)*, Poole, UK: IEEE. doi: [10.1109/VS-GAMES.2013.6624236](https://doi.org/10.1109/VS-GAMES.2013.6624236)
- Soekarjo, M., & van Oostendorp, H. (2015). Measuring effectiveness of persuasive games using an informative control condition. *International Journal of Serious Games, 2*, 2.
- Uhl, I., Jonas, E., & Klackl, J. (2016). When climate change information causes undesirable side effects: The influence of environmental self-identity and biospheric values on threat responses/Cuando la información sobre el cambio climático tiene efectos indeseados: La influencia de la identidad ambiental y de los valores biosféricos en la respuesta ante una amenaza. *Psychology, 7*, 307–334. doi:[10.1080/21711976.2016.1242228](https://doi.org/10.1080/21711976.2016.1242228)
- van der Werff, E., & Steg, L. (2015). One model to predict them all: Predicting energy behaviours with the norm activation model. *Energy Research & Social Science, 6*, 8–14.
- Vicente-Molina, A., Fernández-Saáin, A., & Izagirre-Olaizola, J. (2013). Environmental knowledge and other variables affecting environmental behavior: Comparison of university students in emerging and advanced countries. *Journal of Cleaner Production, 61*, 130–138.
- Wu, J., & Lee, J. (2015). Climate change games as tools for educational and engagement. *Nature Climate Change, 5*, 413–418.
- Yang, J. C., Lin, Y. L., & Liu, Y. C. (2016). Effects of locus of control on behavioral intention and learning performance of energy knowledge in game-based learning. *Environmental Education Research, 1–14*. doi:[10.1080/13504622.2016.1214865](https://doi.org/10.1080/13504622.2016.1214865)