

This article was downloaded by: [University of La Rioja]

On: 29 May 2015, At: 19:05

Publisher: Routledge

Informa Ltd Registered in England and Wales Registered Number: 1072954 Registered office: Mortimer House, 37-41 Mortimer Street, London W1T 3JH, UK



## Infancia y Aprendizaje: Journal for the Study of Education and Development

Publication details, including instructions for authors and subscription information:

<http://www.tandfonline.com/loi/riya20>

Exploring collective cognitive responsibility and its effects on students' impact in a knowledge building community / Explorando la responsabilidad cognitiva colectiva y sus efectos sobre el impacto de los estudiantes en una comunidad para la creación del conocimiento

Calixto Gutiérrez-Braojos<sup>a</sup> & Honorio Salmerón-Pérez<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Universidad de Granada

Published online: 31 Mar 2015.



[Click for updates](#)

To cite this article: Calixto Gutiérrez-Braojos & Honorio Salmerón-Pérez (2015) Exploring collective cognitive responsibility and its effects on students' impact in a knowledge building community / Explorando la responsabilidad cognitiva colectiva y sus efectos sobre el impacto de los estudiantes en una comunidad para la creación del conocimiento, *Infancia y Aprendizaje: Journal for the Study of Education and Development*, 38:2, 327-367, DOI: [10.1080/02103702.2015.1016746](https://doi.org/10.1080/02103702.2015.1016746)

To link to this article: <http://dx.doi.org/10.1080/02103702.2015.1016746>

PLEASE SCROLL DOWN FOR ARTICLE

Taylor & Francis makes every effort to ensure the accuracy of all the information (the "Content") contained in the publications on our platform. However, Taylor & Francis, our agents, and our licensors make no representations or warranties whatsoever as to the accuracy, completeness, or suitability for any purpose of the Content. Any opinions and views expressed in this publication are the opinions and views of the authors, and are not the views of or endorsed by Taylor & Francis. The accuracy of the Content should not be relied upon and should be independently verified with primary sources of information. Taylor and Francis shall not be liable for any losses, actions, claims, proceedings, demands, costs, expenses, damages, and other liabilities whatsoever or howsoever caused arising directly or indirectly in connection with, in relation to or arising out of the use of the Content.

This article may be used for research, teaching, and private study purposes. Any substantial or systematic reproduction, redistribution, reselling, loan, sub-licensing, systematic supply, or distribution in any form to anyone is expressly forbidden. Terms & Conditions of access and use can be found at <http://www.tandfonline.com/page/terms-and-conditions>

**Exploring collective cognitive responsibility and its effects on students' impact in a knowledge building community /  
*Explorando la responsabilidad cognitiva colectiva y sus efectos sobre el impacto de los estudiantes en una comunidad para la creación del conocimiento***

Calixto Gutiérrez-Braojos and Honorio Salmerón-Pérez

*Universidad de Granada*

*(Received 31 August 2013; accepted 1 July 2014)*

**Abstract:** This study analyses and discusses a theoretical model that explains students' impact in a knowledge community supported by a virtual platform (Knowledge Forum). Participants were 72 university students enrolled in the fifth course of a social sciences degree programme. First, a descriptive study is carried out that includes the explanatory elements of the students' impact in the knowledge community (commitment to collective cognitive responsibility, cognitive complexity, creativity of the constructions in the platform and efficacy in evaluating impacting contributions generated in the community). Then, the application of a path analysis, using the bootstrap procedure, provides information about the relevance of each element (e.g., cognitive complexity) in explaining the students' impact in the knowledge community. Based on the results, the article highlights the importance of designing and managing virtual environments that can facilitate the development of competences favouring collective cognitive responsibility and, consequently, increase the symmetry of the students' impact and the advancement of the community's knowledge.

**Keywords:** knowledge building; collective cognitive responsibility; impacting contributions; virtual environment

**Resumen:** En este estudio se analizaron la actividad y el impacto de los estudiantes en una comunidad de indagación soportada por una plataforma virtual (Knowledge Forum). Los participantes eran 72 estudiantes universitarios matriculados en quinto curso de una carrera del área de ciencias sociales. En primer lugar se realizó un estudio descriptivo de los elementos explicativos del impacto de los estudiantes en la comunidad de conocimiento (compromiso hacia la responsabilidad cognitiva colectiva, complejidad cognitiva,

---

English version: pp. 327–345 / *Versión en español:* pp. 346–365

References / *Referencias:* pp. 365–367

Translated from English / *Traducción del inglés:* Mercè Rius

Authors' Address / *Correspondencia con los autores:* Calixto Gutiérrez-Braojos, Facultad de Educación, Economía, y Tecnología, Departamento de Métodos de investigación y Diagnóstico en Educación, Universidad de Granada, Campus de Ceuta, Cortadura del Valle s.n. 51001 Ceuta, España. E-mail: [calixtogb@ugr.es](mailto:calixtogb@ugr.es)

creatividad de las construcciones y eficacia para evaluar las ideas con impacto generadas en la comunidad). Posteriormente, con la aplicación de un *path analysis* mediante el procedimiento *bootstrap*, se analizó la relevancia de cada elemento (e.g., complejidad cognitiva) para explicar el impacto de los estudiantes en la comunidad de conocimiento. A partir de los resultados resaltamos la importancia de diseñar y gestionar entornos virtuales que incidan en el desarrollo de competencias para favorecer la responsabilidad cognitiva colectiva y, con ella, aumentar la simetría del impacto de los estudiantes y el avance del conocimiento de la comunidad.

**Palabras clave:** knowledge building; responsabilidad cognitiva colectiva; contribuciones con impacto; plataforma virtual

Although the future innovation needs of the Knowledge society are unpredictable, creative activity supports this innovation. Therefore, educators must promote the development of the creative habit in their students with regard to knowledge objects (Sternberg, 2012). Various researchers have emphasized the importance of adopting pedagogical perspectives that can address the challenges of the 21st century (e.g., Hamilton & Friesen, 2013; Scardamalia & Bereiter, 1994). Recently, Paavola and colleagues (Paavola & Hakkarainen, 2005; Paavola, Lipponen, & Hakkarainen, 2004) proposed the triological inquiry approach to distinguish educational theories about knowledge creation. According to these authors, theories with a monological approach focus on developing the mental processes involved in individual knowledge acquisition, while theories with a dialogical approach promote participation and acculturation processes as paths to learning. By contrast, theories with a triological approach understand the other two approaches, but conditioned by the goal of facilitating the construction of collaborative explanations that lead to improving the knowledge in a community of students.

One emerging framework is the Knowledge Building Pedagogy (KBP), a pedagogical framework that promotes collective inquiry toward the continual resolution of knowledge problems that are valuable to a community (Bereiter & Scardamalia, 1993; Scardamalia & Bereiter, 1994). Inspired by scientific research activity, KBP requires students to perform a committed collaborative activity leading to their own learning and that of their peers, but subordinated to the inquiry process directed toward the expansive transformation of knowledge objects shared by the community of students (Bereiter & Scardamalia, 2009). To facilitate the implementation of pedagogies based on Knowledge Building (KB), Scardamalia (2004) developed an asynchronous virtual communication platform called the Knowledge Forum (KF). The KF makes it possible to expand the communication context of educational agents (Monereo & Badia, 2008), but its differentiating characteristic is that it provides an interface with scaffolds that facilitate democratic communication for creating knowledge objects.

Based on KBP, various researchers have focused their attention on creative and relevant contributions to knowledge building in a virtual community of students. Chen and colleagues (Chen, Chuy, Resendes, & Scardamalia, 2010; Chen et al., 2011) adopted the construct of promising ideas to refer to ideas selected by a

group as creative objects with the potential to advance shared knowledge (Bereiter & Scardamalia, 1993).

However, the value of these ideas in generating knowledge in a community of students is based on various criteria, not only those related to creativity and original solutions to knowledge problems. Thus, Gutiérrez-Braojos and colleagues (Gutiérrez-Braojos, Chen, & Resendes, 2013; Gutiérrez-Braojos, Salmerón-Vílchez, & García, 2012) used the construct of impacting students to refer to students who make a high percentage of contributions that impact the community, whereas impacting contributions refer to contributions that must perform at least one of two complementary functions. On the one hand, they must be perceived and accepted by the community of students as facilitating a symmetrical distribution of knowledge among the members (Gutiérrez-Braojos et al., 2013a). They must reflect a complex cognitive structure capable of helping other members to achieve an integrative understanding of the collective knowledge produced until that moment. Therefore, these ideas do not necessarily have to be perceived as creative. On the other hand, they must be perceived and accepted by the community of students as original and potential solutions to the knowledge problems discussed. Thus, they must be the result of retroductive reasoning in the Peircian sense (Gutiérrez-Braojos et al., 2013a) and, therefore, perceived by the members as original and valuable for advancing community knowledge. In the present study, these types of contributions coincide with the construct of promising ideas by Bereiter and Scardamalia (1993).

### ***Commitment to collective cognitive responsibility***

Collective cognitive responsibility refers to members' commitment to the discourse constructed for the shared improvement of ideas, rather than to the exactitude of the ideas (Scardamalia, 2002). Scardamalia (2002) suggested that the creation and advancement of knowledge depend on collective cognitive responsibility. Hence, the level of commitment to the symmetrical distribution and improvement of shared ideas determines the expansive transformation of knowledge objects.

An evaluative approach to each member's collective cognitive responsibility in a virtual community requires measuring his/her degree of participation and awareness of the knowledge elaborated in the network (Zhang, Scardamalia, Reeve, & Messina, 2009). Thus, students involved in the collective creation of conceptual artefacts must be familiar with the knowledge provided by their peers in order to evaluate and synthesize this knowledge. Various researchers have used interaction indices in a virtual platform (e.g., index of readings, index of contributions, mean building time, etc.), identifying different participation patterns in communities that reflect different degrees of collective cognitive responsibility (e.g., Coll, Bustos, & Engel, 2011; Hewitt, Brett, & Peters, 2007). Four possible participation patterns have been identified in a community with asymmetrical collective cognitive responsibility (Gutiérrez-Braojos et al., 2012). The first shows high scores on reading (average frequency and time) and contribution (average frequency and

time) indexes. The second shows high levels on reading and/or contribution indexes, but insufficient average time spent reading their classmates' contributions, and/or an average time spent constructing contributions that is too low to lead to the transformation of knowledge. The third pattern presents high scores on indexes of a certain type of activity (reading vs. contributions). Finally, the fourth pattern presents low scores on most or all of the indexes.

### ***Quality of the constructed contributions: cognitive complexity and novel ideas***

For the community to advance its knowledge, students must attempt to produce relevant contributions with high levels of cognitive complexity. Zhang et al. (2009) state that greater cognitive complexity involves greater cognitive effort to improve community knowledge and, therefore, greater collective cognitive responsibility. Therefore, a community member who produces a large percentage of complex and original contributions demonstrates a strong commitment to collective cognitive responsibility.

Various researchers have analysed the content in order to evaluate the cognitive levels in the students' contributions in a virtual community (e.g., Chen et al., 2011; Coll et al., 2011). Content analysis is a strategy that leads to making inferences in an objective, systematic and quantitative manner, based on the content of the communicative process (Berelson, 1952). The use of categorical protocols can guide the investigator during the process of codifying units of meaning. The Structure of Observed Learning Outcome taxonomy (SOLO, Biggs & Collis, 1982) has been widely used to evaluate the correction, structural complexity and originality of the knowledge reflected in the contributions (e.g., Brown, Smyth, & Mainka, 2006; Gutiérrez-Braojos & Martin-Romera, 2013; Hatzipanagos, 2006; Holmes, 2005; Schrire, 2006). The SOLO taxonomy has five levels of complexity. The incomprehension level refers to incorrect or disconnected contributions to relevant knowledge for the community (pre-structural level). The superficial level corresponds to contributions that are overly simple (uni-structural level) or provide a large number of content elements, but in a disorganized way, lacking a coherent conceptual structure (multi-structural level). The deep level corresponds to relevant contributions that coherently integrate important aspects of the task requirements (relational level), and/or contributions that involve generalizations, knowledge transference and novelty (extended abstract level).

Generally, studies employing the SOLO taxonomy in university students have shown a consensus in their results and conclusions, i.e., a large number of contributions that reflect a relatively acceptable level of cognitive complexity. Thus, Brown and colleagues (2006) found that 60% of contributions are categorized in superficial or pre-structural levels. Hatzipanagos (2006) found that 55.1% of the contributions were situated on a superficial or pre-structural level. Likewise, Holmes (2005) found a high percentage of contributions with a low cognitive level; that is, 67.3% of the contributions were classified as pre-structural, uni-structural or multi-structural. Gutiérrez-Braojos and Martin-Romera (2013) found

that 61.22% of students elaborated enough contributions with a high cognitive level, according to the evaluation criteria, while 38.78% did not reach these mastery levels, indicating that the distribution of contributions with a low cognitive level is not symmetrical, but concentrated in certain student profiles.

### *Evaluation of community knowledge*

The progressive advancement of community knowledge requires generating a progressive meta-discourse about knowledge objects (Bereiter & Scardamalia, 1993). Therefore, the community must accept the risk of judging and selecting the most promising contributions. Bereiter and Scardamalia (1993) justified the importance of judging ideas, differentiating creative experts' capacity to converge ideas, after divergent processes. Based on the construct of collective cognitive responsibility, the present study considers that these decisions must involve selecting contributions with the capacity to produce a symmetrical distribution of knowledge, as well as creative and useful ideas or solutions for leading the discourse about knowledge objects to emerging phases.

Despite the importance of this process in virtual communities, few studies at the university level have focused on the community members' evaluation of the contributions they produce (Chen, Scardamalia, Acosta, Resendes, & Kici, 2013; Gutiérrez-Braojos, et al., 2013a). The studies by Chen and colleagues (Chen et al., 2011, 2013) attempted to understand the promising construct, while Gutiérrez-Braojos et al. (2013a) focused on the construct of impacting contributions in a knowledge community. The study by Chen et al. (2011) presented and applied a tool called 'Big ideas', which was integrated within the knowledge forum environment to support and facilitate students' collaborative decision-making about the most promising ideas. In another study, Chen et al. (2013) focused on understanding and analysing the conceptual change that occurs as discourse advances in a community. The authors concluded that, as decisions about promising ideas progressed, students' learning conceptions showed a growing sophistication. These results indicated that judging the knowledge generated in the community makes it possible to select the most relevant ideas, but it also facilitates a deep conception of learning and knowledge building. Finally, in a recent study Gutiérrez-Braojos et al. (2013b) analysed community members' efficacy in identifying impacting contributions and impacting students. The authors tested an explanatory causal model of efficacy in evaluating impacting ideas in university students. They used three prognostic factors: frequency of the reading activity, frequency of the building activity, and contributions reflecting high levels of cognitive complexity. Results showed that the frequency of the building and reading activities were explanatory factors of evaluator efficacy, mediated by high levels of cognitive complexity in the contributions. In other words, students had to engage in transformative activity in order to become efficacious evaluators of ideas.

In sum, most experiences with virtual communities have shown considerable asymmetry in their members' cognitive and social activity. We consider that a

community member's impact should be explained by his/her individual activity in the knowledge community. For a member to be considered impacting in a virtual community, the present study establishes the following predictive conditions: strong commitment to collective cognitive responsibility, high percentage of quality contributions, and efficacy in rating constructions contributed by the community.

## **Objectives**

This study has two objectives. The first is to evaluate the activity of the student members of the knowledge community. To this end, the following sub-objectives were elaborated:

- (1) Evaluate commitment to cognitive collective responsibility based on different participation indexes and establish levels of participation.
- (2) Evaluate the cognitive complexity of written contributions in the Knowledge Forum.
- (3) Evaluate each member's efficacy in evaluating impacting contributions.
- (4) Determine members' impact based on peer evaluations of their contributions.

The second objective was to test a causal model of impacting students based on a hierarchical structure:

### ***Individual commitment to cognitive collective responsibility***

- (1) Level 1. Frequency of reading: awareness of knowledge elaborated in the network.
- (2) Level 2. Frequency of build-ons: participation in the construction of ideas and average time spent on these constructions.

### ***Quality of the contributions by individual***

- (3) Level 3. Relational contributions: contributions which facilitate the relational comprehension of knowledge objects produced in the community.
- (4) Level 4. Abstract-extended contributions: contributions which reflect knowledge objects that are new (original and novel) to the community.

### ***Individual efficacy in evaluating contributions produced in the community***

- (5) Level 5. Efficacy in evaluating contributions with impact: ability to correctly select contributions in the community that perform at levels 3 and 4.



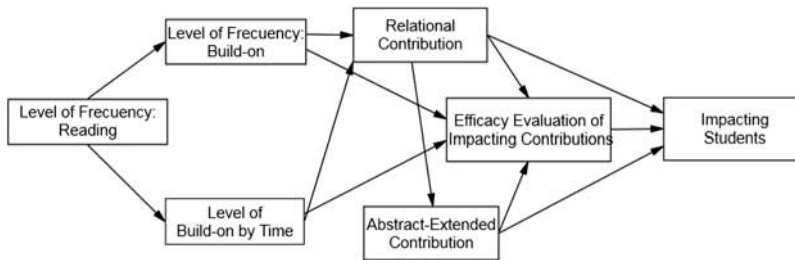


Figure 1. Graphic representation of the hypotheses about significant effects: direct and indirect effects on impacting students.

This exploratory study hypothesizes that students with greater impact show greater efficacy in evaluating impacting contributions, produce more novel and relevant contributions for the symmetrical distribution of knowledge, present more frequent contributions, spend more time on each construction, and are more familiar with the knowledge in the network (showing high reading frequency levels). [Figure 1](#) shows hypothesized relationships in the proposed theoretical model.

## Method

### *Participants*

Participants were 72 undergraduates (72.2% females, 28.8% males) enrolled in the subject of methodological bases of educational research, part of a five-year Pedagogy degree program at the University of Granada (Spain). Virtual environment participation was obligatory, making up 40% of the final mark in the course.

### *Creation of the Knowledge Building Environment*

The experience took place in the methodological bases of educational research course during the first semester of the 2011–12 school year. Apart from the theoretical classes and practical exercises, the students used a virtual platform to extend the educational context outside the classroom limits.

The technological support to facilitate asynchronous communication was the Knowledge Forum 4.8 platform developed by Scardamalia (2004), based on Computer Supported Intentional Learning Environments (Scardamalia, Bereiter, & Lamon, 1994). This virtual environment offered an interface that provided interaction scaffolds to facilitate collective knowledge building (e.g., ‘I need to understand’; ‘a better theory’; ‘putting our knowledge together’). Using this interface, the students produced contributions with the goal of distributing and advancing knowledge about the topic ([Figure 2](#)).

Prior to using the platform for educational purposes, two seminars were held. The first provided an introduction to the theory and principles of Knowledge Building (Scardamalia, 2002) and an explanation of the procedure for entering,

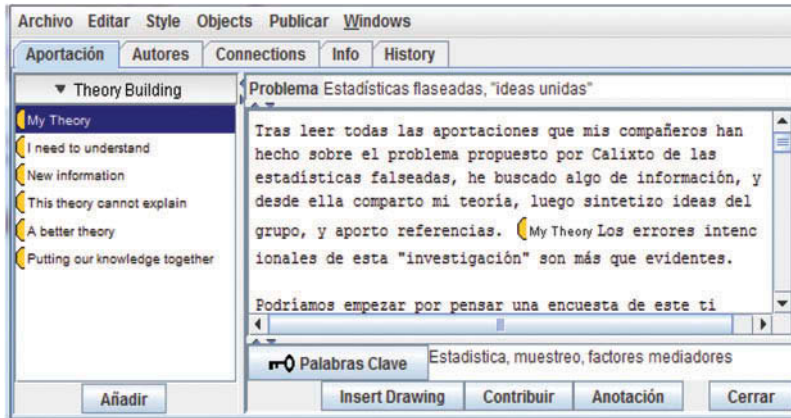


Figure 2. Screen for elaborating contributions: Scaffolds facilitating interaction.

navigating and interacting in the KF platform. The second consisted of an activity designed to evaluate the educational context using a guide that explained the Knowledge Forum principles. First, students individually evaluated their own educational experiences in the University, using a Likert-type scale, and identified the KF principles that were not fulfilled. Later, students shared their ideas about these unrealized principles, discussed the consequences of not having them fulfilled, and proposed possible pedagogical solutions. The purpose of this second seminar was to facilitate deep knowledge about the principles of Knowledge Building and evaluate their advantages and disadvantages for educational practice.

In the beginning of November, obligatory activity in the platform began. Activities were designed and organized by screens, according to each topic. On the screens, two types of interdependent knowledge were mainly addressed (Biggs, 2011): propositional and functional. Propositional knowledge activities were designed to facilitate joint activity in improving the comprehension and explanation of the declarative content. Functional activities were designed to offer the students opportunities to develop their collective and individual capacity to solve research problems and design studies based on practical cases. Moreover, for each item, activities were designed to facilitate joint ethical reflection about research methods, based on real examples of published studies. Three screens were elaborated to support the activity: Sharing educational resources (e.g., videos, books online, evaluation instruments), Principles of Knowledge Building, and Resources to facilitate navigation in the KF.

The professor's main tasks in the platform were to propose the aforementioned activities, facilitate symmetrical and respectful interaction, responsibly motivate the reading and building activity, help in blocked situations during the activity and guide discussion toward synthesizing ideas that broaden the perspective on educational phenomena.

### **Data collection**

A large set of data was collected based on automatized records from the KF. The records selected for this study were: number of readings, number of contributions, time spent elaborating contributions and content of contributions written by each student in the community. Thus, there were 426 contributions and 15,229 readings by the students during the 39-day period of obligatory platform activity. In this study, the contribution was considered as a unit of analysis. A contribution referred to a student's written message in the KF with the purpose of contributing to the discourse on a specific topic (see [Figure 2](#)).

To collect data on impacting constructions, students were asked to evaluate and select six contributions with the greatest impact. Specifically, once each topic had ended, the guidelines were to: (1) select three contributions made by your peers that had the greatest relevance for you in learning the topic; and (2) select three contributions made by your peers that you think were the most novel and valuable for broadening the discussion on the topic. At the end of the course, based on a prior selection, students chose the six most impacting contributions in their opinion (three related to learning and three novel and valuable for improving knowledge). Using this procedure, there were 410 evaluations, 204 votes in the dimension related to their peers' learning, and 206 votes in the original dimension. In other words, 68 students completed the task, and one student only voted for two of the three possibilities in the original dimension and none in the relevant dimension. Furthermore, these data were keys to determining the efficacy of the evaluations.

### **Measures**

#### ***Measures of individual commitment to cognitive collective responsibility***

Commitment to cognitive collective responsibility in the Knowledge Forum was based on the following records: awareness of knowledge elaborated in the network, participation in the construction of ideas and average time spent on contributions. Based on these records, various indexes related to commitment to collective cognitive responsibility were calculated ([Table 1](#)).

As there are no records on the reading time for each grade (Hewitt et al., 2007), individual reading indexes were used to evaluate each member's awareness of the knowledge elaborated in the community (Zhang et al., 2009). They included

Table 1. Index of individual commitment to cognitive collective responsibility.

Total reading	Total number of contributions read by a participant divided by total contributions in the community.
Participation in the construction of ideas	Total number of contributions made by a student divided by total number of contributions
Average time spent on building the contributions	The mean time each participant spent on elaborating his/her contributions.

the total number of contributions read by a member divided by the total number of contributions made by the community. Moreover, to analyse participation in building knowledge, two indices were used. The first referred to the number of contributions made by each member, divided by all the contributions (Coll et al., 2011). The second reflected the mean time each student spent elaborating contributions to the community (Gutiérrez-Braojos et al., 2012).

### ***Measure of the quality of contributions by individual***

In all, 426 contributions were rated using the SOLO taxonomy (Biggs & Collis, 1982). Although researchers have used content analysis with difference units of meaning, in this case, based on the SOLO taxonomy, we analysed each contribution by taking the whole contribution as the unit of meaning. In other words, the criterion for accepting or not accepting a contribution as structurally and cognitively complex or abstract-extended was based on the entire contribution, and not on propositions or isolated sentences.

The coding procedure had four phases. The first involved consensus about minimum criteria and exploration of the coding procedure, in order to use consensual and appropriate criteria for coding using the SOLO taxonomy. The second was an individual analysis by two researchers of all the group's contributions, reaching a consensus of 69.95% on the evaluations (298 of 426). The remaining contributions were discussed by the two investigators, increasing the consensus to 96.47% (411 of 426). To codify the contributions lacking consensus, a researcher in the field of education was presented with the coding option chosen by each researcher, and his/her vote was used to reach a consensus.

### ***Measures of impact and efficacy in evaluating impacting contributions***

To determine the index of impacting students, each member of the community was asked to evaluate and select six contributions from the database that had had a great impact on their learning and on advancing the group's ideas. Specifically, students selected impacting ideas during the course (six for each topic), and at the end of the course they selected the six most impacting contributions. Subsequently, we conducted a recount of the votes for each author. Later, the votes were divided by the total possible number of votes. This quotient provided information about each member's impact, based on peer-evaluation. Finally, the result of the quotient was multiplied by 100, yielding the percentage of impacting constructions for each member, based on the peer-evaluation. Thus, the percentage of impact was used to classify students into 10 'impact' levels.

Meanwhile, the aforementioned content analysis using the SOLO taxonomy identified ideas with impact based on the criteria of external judges. Then, the authors examined whether the ideas evaluated by peers as relevant contributions to facilitate a symmetric distribution of knowledge were relational ideas, and whether contributions evaluated by students as promising were abstract-extended ideas. By comparing the ideas selected by each student as impacting with the

impacting contributions according to the external judges' criteria, we analysed the student's efficacy in identifying impacting contributions.

## **Data analysis**

### ***Descriptive analysis***

A descriptive analysis supported by SPSS 20 was applied to provide a detailed vision of the following aspects: individual commitment to cognitive collective responsibility, quality of contributions, efficacy of each member in evaluating impacting contributions, and students' impact. To obtain comparable levels of descriptive data on different indices of commitment to collective cognitive responsibility and facilitate later analyses and their comprehension, each index typology was organized by percentile distribution using the SPSS program. Thus, members were classified on complete value scales from 0, inactivity, to 10, highly responsible activity, with the average being the threshold of responsibility. The significant differences between the percentile means were tested with an ANOVA. Regarding the quality of the contributions, an analysis was performed of both the percentage of contributions for each level of the SOLO taxonomy and the percentage of quality contributions (relational contributions and abstract-extended), and those lacking quality (pre-structural, uni-structural, multi-structural) for each individual. Likewise, a descriptive analysis was performed of the percentage of student efficacy in identifying impacting ideas. Finally, a descriptive analysis was carried out that classified the students in 10 'impact' levels.

### ***Path analysis: mediation analysis using bootstrapping procedures***

Finally, to test the theoretical model proposed in this study, Amos software was used to execute a path analysis using bootstrapping procedures. Specifically, three steps were followed. First, measures of incremental fit, absolute fit and parsimony of the theoretical model to be tested were calculated (Byrne, 2010). Second, the Bollen-Stine Bootstrap procedure was applied to obtain a value of  $p$  for the global fit of the model's hypotheses to correct the lack of normality (Bollen & Stine, 1992). Finally, direct, indirect and total effects on endogenous variables and their significance were analysed using the bootstrapping procedure (Hayes, 2013).

## **Results**

### ***Results of the individual commitment to cognitive collective responsibility***

As there was no external criterion to classify the participants' activity, percentiles were calculated based on direct records obtained from the Knowledge Forum, classifying participants in 10 levels in relation to their peers. As Table 2 shows, the percentage of members was similar across levels of participation. Moreover, means and standard deviations were calculated for each variable. The mean value for the readings was 216.51 contributions ( $SD = 125.8$ ), the mean value for the

Table 2. Percentage of members for each level of participation by percentiles.

*Var.	Levels of participation										Mean	SD
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
RI	9.7	9.7	9.7	11.1	9.7	11.1	9.7	9.7	8.3	11.1	216.5	125.8
BI	12.5	4.2	9.7	8.3	13.9	8.3	11.1	11.1	11.1	9.7	5.92	5
BTI	13.9	4.2	9.7	11.1	9.7	12.5	8.3	11.1	11.1	8.3	10.41	8.7

Note: \*RI = Read Index; BI = Build-on Index; BTI = Build-on Index by time.

constructions was 5.92 ( $SD = 5.01$ ), and the mean time spent on each construction was 10.41 minutes ( $SD = 8.7$ ).

Table 3 shows a significantly asymmetric commitment to cognitive responsibility based on 10 levels of participation, with significant differences between each other on the three activity indexes calculated (reading index; build-on index, build-on index by time). Results indicated acceptable levels of activity for each index, using the community activity as the reference. Thus, regarding the constructions index, students had to elaborate at least 0.93% of all the contributions, while the highest levels of commitment pertained to students who elaborated 3.92% of all the constructions in the network. Regarding the reading index, the commitment or mean level required reading 46.57% of the contributions, while reading 100% of the contributions showed complete commitment. Finally, mean time spent constructing a contribution was 7.67 minutes, while the highest level showed a mean dedication of 30 minutes to constructing contributions.

### ***Results of the quality of the contributions***

In the content analysis using the SOLO taxonomy, general results showed asymmetry in the complexity and novelty of students' cognitive activity in the virtual platform. Thus, 52.11% of the contributions were classified by the external evaluators as showing acceptable cognitive complexity (50.5% relational and 1.6% abstract-extended), while 47.89% of the contributions were codified as lacking in cognitive complexity (5.63% pre-structural; 12.21% uni-structural; 30.05% multi-structural). The percentage of cognitively complex contributions by each member showed that 34.72% of participants elaborated more contributions with high cognitive complexity, while 11.11% of participants elaborated the same number of cognitively complex contributions as contributions lacking cognitive complexity. Finally, 54.16% of the members elaborated more contributions lacking cognitive complexity.

### ***Results of the efficacy in evaluating impacting contributions***

Next, descriptive results are presented for the efficacy of peer evaluation in identifying six contributions with impact that reflect cognitive complexity (relational or abstract-extended, according to the SOLO taxonomy). Results indicated

Table 3. Descriptive statistics for each level of participation with regard to the RI, BI and BTI.

*Var.	Levels of participation										F	p	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
RI	Mean	2.27	13.89	26.85	35.68	46.41	57.74	63.65	73.27	84.23	100	423,22	***
	SD	2.11	4.14	1.52	4.46	3.03	4.59	1.52	4.68	3.41	7.12		
BI	Mean	–	.23	.47	.70	.93	1.17	1.55	1.99	2.43	3.92	71,93	***
	SD	–	–	–	–	–	–	1.21	1.25	1.21	1.17		
BTI	Mean	1	2.55	4.50	5.82	7.67	10.21	11.81	13.58	19.25	30.61	60,76	***
	SD	.32	.38	.76	.47	.77	1.2	.18	1.08	2.1	9.92		

Note: \*RI = Read Index; BI = Build-on Index; BTI = Build-on Index by time; \*\*\* $p < .001$ .



asymmetric activity. Thus, 40.283% of the students selected more contributions classified by the external evaluators as having low cognitive complexity, while 33.33% showed acceptable efficacy: 50% of the contributions they identified were classified by the external evaluators as cognitively complex. Finally, 26.39% of the participants showed a high level of efficacy in identifying cognitively complex contributions.

### ***Results of students' impact***

Finally, peer evaluations revealed that 29 members (40.27% of the total) were classified as non-impacting. In all, 24 members (33.33% of the total) were classified as having a level 1 impact, being rated as impacting by between 1 and 5% of community members. Only eight members (11.11% of the total) were classified as having a level 2 impact, being rated as impacting by between 5.01% and 10% community members. Only six members (8.33% of the total) were classified at level 3, being rated as impacting by between 10.01% and 15% of community members. Levels 4, 8, and 9 only had one case each (1.38% of the total for each level), while level 5 had two (2.77% of the total). In these cases, more than 15% coincided in considering the activity of these students in the Knowledge Forum as impacting. Thus, these results showed a certain asymmetry in the students' degree of impact (Table 4).

### ***Evaluation of explanatory model of students' impact in the virtual knowledge community***

Path analysis revealed that the model shows a good fit to the data. As Table 5 shows, measures of absolute fit and incremental fit indicate a good model fit to the data.

Results of the direct effects, indirect totals and their significance, obtained with the bootstrap procedure, are presented in Figure 3 and Table 6. Next, significant effects on each endogenous variable included in the model are described:

- (1) Significant effects on impacting students: the variables efficacy of the evaluation and abstract-extended contributions presented direct and positive effects, while the relational contributions variable did not show a direct and significant effect on impacting students. Moreover, the variables relational contributions, frequency of build-ons, average time spent elaborating each contribution, and reading frequency presented significant indirect positive effects. However, the abstract-extended contributions variable did not have a significant indirect effect on impacting students. Regarding the total effect, all the variables included in the model explain impacting students. Specifically, total effects were efficacy of the evaluation, abstract-extended contributions, relational contributions, frequency of build-ons, mean time spent elaborating each contribution, and reading frequency.



Table 4. Classification levels for impacting students.

Level 0	Impacting for intervals of members								
	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Level 8	Level 9		
No Impact* A total of 29 members	(1–5%) A total of 24 members	(5.01–10%) A total of 8 members	(10.01–15%) A total of 6 members	(15.01–20%) A total of 1 member	(20.1–25%) A total of 2 members	(35.01–40%) A total of 1 member	(40.01–45%) A total of 1 member		

Note: \*levels 6 and 7 (25.01 to 35%) and level 10 (45.1 to 50%) presented zero students; \*\*Example: A person who is at level 1 was rated as promising (relevant or abstract) by between 1 and 5% of members.

Table 5. Measures of absolute fit and incremental fit.

Measures of absolute fit						
$\chi^2$	<i>DF</i>	<i>p</i>	<i>CMIN/DF</i>	<i>RMSEA</i>	<i>RMR</i>	<i>p</i> for Bollen-Stine
12.795	9	.164	1.442	.079	.399	.268
Measures of incremental fit						
<i>NFI</i>		<i>TLI</i>		<i>GFI</i>		<i>CFI</i>
.961		.965		.952		.985

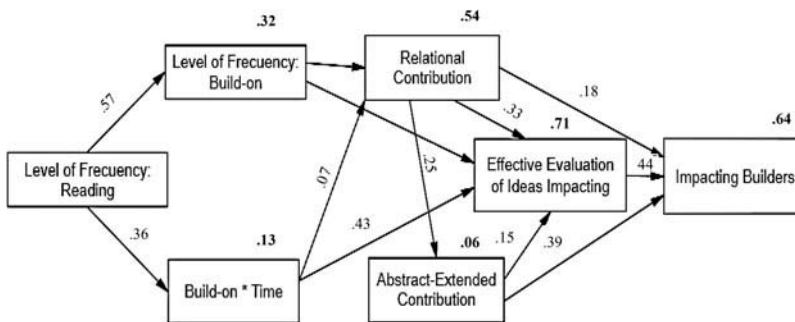


Figure 3. Path analysis: causal model of students with impact.

- (2) Significant effects on efficacious evaluation: Unlike the abstract-extended contributions variable, the variables relational contributions, frequency of build-ons and mean time spent elaborating each contribution presented direct and positive effects. Moreover, the variables frequency of build-ons and reading frequency presented significant indirect positive effects, while the variables relational contributions and mean time spent elaborating each contribution showed no significant indirect effects. Regarding total effects, and except for the abstract-extended contributions variable, the rest of the model's variables explained impacting students, specifically, total effects of relational contributions, frequency of build-ons, mean time spent elaborating contributions, and reading frequency.
- (3) Significant effects on abstract-extended contributions: relational contributions presented a direct and positive effect. However, unlike mean time spent elaborating contributions, the variables frequency of build-ons and reading frequency presented significant indirect positive effects. No interaction was observed between direct and indirect effects, so that the total effect corresponds to each direct effect and each indirect effect.
- (4) Effects on relational contributions: the variables frequency of build-ons and mean time spent elaborating each contribution did not show significant direct effects, while reading frequency presented a significant indirect

Table 6. Standardized direct, indirect and total effects.

Effects	Direct	Indirect	Total
<b>On impacting students</b>			
Efficacious evaluation	.44 (***)	–	.44 (***)
Abstract-extended contributions	.39 (*)	.07 (.131)	.46 (*)
Relational contributions	.18 (.266)	.26 (***)	.44 (**)
Level of build-ons	–	.45 (**)	.45 (**)
Level of constructions by time	–	.22 (***)	.22 (***)
Level of reading	–	.33 (***)	.33 (***)
<b>On efficacy of evaluation</b>			
Abstract-extended contributions	.15 (.24)	–	.15 (.24)
Relational contributions	.33 (**)	.04 (.103)	.37 (**)
Level of build-ons	.30 (**)	.26 (**)	.56 (***)
Level of constructions by time	.43 (***)	.03 (*)	.46 (***)
Level of reading	–	.48 (***)	.48 (***)
<b>On abstract-extended contributions</b>			
Relational contributions	.25 (*)	–	.25 (*)
Level of build-ons	–	.18 (*)	.18 (*)
Level of constructions by time	–	.02(*)	.03 (.066)
Level of reading	–	.11 (*)	.11 (*)
<b>On relational contributions</b>			
Level of build-ons	.72 (**)	–	.72 (**)
Level of constructions by time	.07 (.27)	–	.07 (.27)
Read index	–	.43 (**)	.43 (**)
<b>On level of build-ons</b>			
Level of reading	.57 (***)	–	.57 (***)
<b>On level of constructions by time</b>			
Level of reading	.36 (**)	–	.36 (**)

Note: (\*)  $p < .05$ ; (\*\*)  $p < .01$ ; (\*\*\*)  $p < .001$ .

positive effect. In this case, the total effect corresponds to each direct effect and each indirect effect.

- (5) Effects on frequency of build-ons: reading frequency presented a direct and positive effect. In this case, no indirect effects were observed, and so the total effect corresponds to the direct effect.
- (6) Effects on mean time spent elaborating contributions: reading frequency presented a direct and positive effect. In this case, no indirect effects were observed, and so the total effect corresponds to the direct effect.

## Conclusions

Based on Knowledge Building theory, we evaluated students' activity in the knowledge community based on their commitment to collective cognitive responsibility, the cognitive complexity of their written contributions, each member's efficacy in evaluating impacting contributions, and each student's impact. Then we tested an exploratory theoretical model that relates these elements.

Regarding the evaluation of commitment to collective cognitive responsibility, results showed an asymmetric community, coinciding with previous studies (Coll et al., 2011; Gutiérrez-Braojos & Martín Romera, 2013; Gutiérrez-Braojos et al., 2012; Hewitt et al., 2007). Using community activity as the reference, this study determined levels of participation that can be useful in determining members' minimum degrees of commitment to collective cognitive responsibility. Regarding the reading index, the mean level of commitment required students to read 46.57% of the contributions. On the constructions index, students had to elaborate at least 0.93% of the platform contributions and dedicate a mean time of 7.67 minutes to constructing a contribution.

In the case of the evaluation of the contributions made on the KF platform, results indicated that only 52.11% had an acceptable level of cognitive complexity. These results are consistent with the study by Hatzipanagos (2006), but they show a lower percentage of deep contributions (relational or abstract-extended, according to the SOLO taxonomy) than other studies (e.g., Holmes, 2005). Moreover, unlike other studies with more positive results (Gutiérrez-Braojos & Martín-Romera, 2013), in this study only 34.72% of participants elaborated more deep contributions than superficial ones (pre-structural, uni-structural or multi-structural), based on the SOLO taxonomy.

In addition, only 26.39% of participants showed a high level of efficacy in identifying impacting contributions. Likewise, our results on the students' impact agree with those found by Gutiérrez and colleagues (Gutiérrez-Braojos & Salmerón-Vílchez 2012; Gutiérrez-Braojos et al., 2013a, 2013b), showing a certain degree of asymmetry in the impact. However, the most noteworthy result was that 29 members (40.27% of the total) were classified as non-impacting. These results showed that certain students produced contributions with no value for the community.

Next, we successfully tested a causal model of impacting students based on a hierarchical structure that includes the elements evaluated in the previous objective. Results provided sufficient evidence to not reject the general hypothesis of this study; i.e., commitment to collective cognitive responsibility, cognitive complexity of the contributions, and efficacy in evaluating impacting contributions explain the student's impact on this community. However, there were differences in the typology and weight of the effects (direct and indirect) depending on the level of subordination. Specifically, levels 5 (efficacy in evaluating contributions) and 4 (abstract-extended build-ons) had a direct effect. However, levels 1 (awareness of the knowledge elaborated in the network), 2 (participation in building ideas) and 3 (relational build-ons) are relevant variables for explaining students' impact when the relationship is mediated by higher levels on the hierarchical structure. The most relevant variables in explaining impact on the community correspond to levels 5, 4 and 3, while levels 1 and 2, related to commitment to collective cognitive responsibility, are relevant in explaining higher order levels.

These findings suggest that students need to engage in transformative collaborative activity in order to become impacting students. Thus, the findings are consistent with most of the previous body of knowledge. That is, the results

reinforce the importance of collective cognitive responsibility in relation to the expansive transformation of knowledge in inquiry communities (e.g., Bereiter & Scardamalia, 1993; Scardamalia, 2002; Zhang et al., 2009). Therefore, virtual environments should be designed and managed to facilitate the development of competencies for exercising collective cognitive responsibility, increasing the symmetry of the students' impact in advancing community knowledge.

One limitation of this study is the sample size. Another limitation is that the sample selection was incidental, which means that a large number of students were female. Thus, these results should be considered taking the gender composition of the sample into account. Therefore, further studies are needed to explore the relationship between collective cognitive responsibility and students' impact in these communities. Moreover, future studies should analyse participation levels in a platform using community activity as a reference, in order to compare and generate knowledge in this area. In our review, we did not find similar studies; therefore, our results cannot be discussed. Furthermore, future studies should include more criteria to determine the level of commitment to collective cognitive responsibility. More studies are needed to analyse the cognitive complexity of contributions, the efficacy in evaluating contributions and the students' impact. Finally, future studies should analyse potential prognostic factors involved in students' commitment to collective cognitive responsibility, such as those related to the environment (e.g., history of community collaboration; size of work groups in the community; program design and collaborative activities in the subject) and the members' basic characteristics (e.g., learning patterns; collaborative skills; prior knowledge; self-efficacy beliefs about contributing to the community). These prognostic factors related to the commitment to collective cognitive responsibility could provide a better explanation of students' impact.

## Explorando la responsabilidad cognitiva colectiva y sus efectos sobre el impacto de los estudiantes en una comunidad para la creación del conocimiento

Si bien las futuras necesidades de innovación de la sociedad del conocimiento son impredecibles, la actividad creativa sustenta dicha innovación. Por tanto, los docentes deben incentivar el desarrollo de los hábitos creativos de sus estudiantes en relación con los objetos de conocimiento (Sternberg, 2012). Numerosos investigadores han señalado la importancia de adoptar enfoques pedagógicos que respondan a los retos del siglo XXI (e.g. Hamilton & Friesen, 2013; Scardamalia & Bereiter, 1994). Recientemente, Paavola y su equipo (Paavola & Hakkarainen, 2005; Paavola et al., 2004) propusieron un enfoque trialógico para diferenciar entre teorías educativas sobre la construcción del conocimiento. Según estos autores, las teorías con enfoque monológico se centran en desarrollar los procesos mentales relacionados con la adquisición individual de conocimientos, mientras que las teorías con enfoque dialógico fomentan los procesos de participación y endoculturación como vías de aprendizaje. En cambio, las teorías que tienen un enfoque trialógico comprenden los dos enfoques anteriores, pero los subordinan al objetivo de facilitar la construcción de explicaciones colaborativas que permitan mejorar el conocimiento de una comunidad de estudiantes.

La pedagogía basada en la construcción de conocimientos (Knowledge Building Pedagogy o KBP) es uno de los enfoques emergentes, un marco pedagógico que fomenta la investigación colectiva para la resolución continua de los problemas de conocimiento que son importantes para una comunidad (Bereiter & Scardamalia, 1993; Scardamalia & Bereiter, 1994). La pedagogía basada en la construcción de conocimientos está inspirada en la actividad de investigación científica y requiere que el estudiante realice una actividad de compromiso colaborativo que le conduce a su propio aprendizaje y al de sus compañeros, pero un aprendizaje subordinado al proceso de investigación y dirigido a la transformación expansiva de los objetos de conocimiento compartidos por la comunidad de estudiantes (Bereiter & Scardamalia, 2009). Para facilitar la aplicación de pedagogías basadas en la construcción del conocimiento (Knowledge Building o KB), Scardamalia (2004) desarrolló un entorno virtual de comunicación asíncrona denominado Knowledge Forum (KF). El KF hace posible ampliar el contexto comunicativo de los agentes educativos (Monereo & Badia, 2008), pero su característica diferenciadora es que ofrece una interfaz estructurada que facilita la comunicación democrática para la creación de objetos de conocimiento.

Basándose en el enfoque KBP, diversos investigadores han centrado su atención en las contribuciones, creativas y relevantes, a la construcción de conocimientos en una comunidad virtual de estudiantes. Chen y sus colaboradores (Chen, Chuy, Resendes, & Scardamalia, 2010; Chen et al., 2011) adoptaron el concepto de ‘ideas prometedoras’ para referirse a ideas seleccionadas por un grupo como objetos creativos con potencial para avanzar en el conocimiento compartido (Bereiter & Scardamalia, 1993).

Sin embargo, el valor de estas ideas en la construcción de los conocimientos de una comunidad de estudiantes está basado en diversos criterios, no solo los relacionados con la creatividad y las soluciones originales a problemas del conocimiento. Así, Gutiérrez-Braojos y su equipo (Gutiérrez-Braojos, Chen, & Resendes, 2013; Gutiérrez-Braojos, Salmerón-Vílchez, & García, 2012) utilizaron el concepto ‘estudiantes con impacto’ para referirse a los estudiantes con mayor porcentaje de contribuciones que hubieran causado un impacto en la comunidad, mientras que ‘contribuciones con impacto’ hacía referencia a contribuciones que debían cumplir al menos con una de las dos funciones complementarias. Por un lado, habían de ser percibidas y aceptadas por la comunidad de estudiantes como contribuciones que facilitaban una distribución directa del conocimiento entre sus miembros (Gutiérrez-Braojos et al., 2013a). Debían reflejar una estructura cognitiva compleja, que ayudara a otros miembros a alcanzar una comprensión integradora del conocimiento colectivo producido hasta el momento. Por otro lado, debían ser percibidas y aceptadas por la comunidad de estudiantes como originales y como posibles soluciones a las cuestiones de conocimiento debatidas. De modo que estas contribuciones deben surgir de un razonamiento retroductivo en el sentido peirciano (Gutiérrez-Braojos et al., 2013a) y, por tanto, ser percibidas por los miembros como originales y valiosas para desarrollar el conocimiento de la comunidad. En este estudio, este tipo de contribuciones coinciden con el concepto de ‘ideas prometedoras’ de Bereiter y Scardamalia (1993).

### ***Compromiso con la responsabilidad colectiva cognitiva***

La responsabilidad cognitiva colectiva hace referencia al compromiso de los miembros con el discurso construido a partir del perfeccionamiento compartido de las ideas, más que a la precisión de esas ideas (Scardamalia, 2002). Scardamalia (2002) ya había sugerido que la creación y el avance en el conocimiento dependen de la responsabilidad cognitiva colectiva. Por tanto, el nivel de compromiso con la distribución simétrica y con perfeccionamiento de las ideas compartidas determina la transformación expansiva de los objetos de conocimiento.

El enfoque evaluativo de la responsabilidad cognitiva colectiva de cada miembro de una comunidad virtual requiere la valoración de su grado de participación y de comprensión de los conocimientos elaborados en la red (Zhang, Scardamalia, Reeve, & Messina, 2009). Así, los estudiantes que participan en la creación colectiva de los instrumentos conceptuales deben estar familiarizados con los conocimientos facilitados por sus compañeros, para poder evaluarlos y

sintetizarlos. Diversos investigadores han utilizado los índices de interacción de una plataforma virtual (e.g., índices de lectura, índices de contribución, tiempos medios de creación, etc.) para identificar diferentes patrones de participación en la comunidad que reflejan diferentes grados de responsabilidad cognitiva colectiva (e.g., Coll, Bustos, & Engel, 2011; Hewitt, Brett, & Peters, 2007). En una comunidad con responsabilidad cognitiva colectiva asimétrica se identificaron cuatro posibles patrones de participación (Gutiérrez-Braojos et al., 2012). El primero muestra puntuaciones altas en los índices de lectura (frecuencia y tiempo medios) y contribución (frecuencia y tiempo medios). El segundo muestra niveles altos en los índices de lectura y/o contribución, pero una media de tiempo insuficiente en la lectura de las contribuciones de los compañeros, demasiado baja para conducir a la transformación del conocimiento. El tercer patrón presenta puntuaciones altas en los índices de cierto tipo de actividad (lectura frente a contribuciones). Por último, el cuarto patrón presenta niveles bajos en casi todos o todos los índices.

### *Calidad de las contribuciones: complejidad cognitiva e ideas innovadoras*

Para que la comunidad avance en su conocimiento compartido, los estudiantes deben intentar realizar contribuciones relevantes con altos niveles de complejidad cognitiva. Zhang et al. (2009) declaran que una mayor complejidad cognitiva requiere mayor esfuerzo cognitivo para perfeccionar los conocimientos de la comunidad y, por tanto, una mayor responsabilidad cognitiva colectiva. Por lo tanto, un miembro de la comunidad que realiza un elevado porcentaje de contribuciones complejas y originales demuestra un fuerte compromiso con la responsabilidad cognitiva colectiva.

Algunos investigadores han utilizado los análisis de contenido para evaluar los niveles cognitivos en las contribuciones de los estudiantes a una comunidad virtual (e.g., Chen et al., 2011; Coll et al., 2011). El análisis de contenidos es una estrategia que permite hacer inferencias de un modo objetivo, sistemático y cuantitativo, en base al contenido de los procesos comunicativos (Berelson, 1952). El uso de protocolos categorizados puede orientar al investigador durante el proceso de codificación de las unidades de significado. La taxonomía SOLO (Structure of Observed Learning Outcome; Biggs & Collis, 1982) ha sido ampliamente utilizada para evaluar la corrección, complejidad estructural y originalidad del conocimiento reflejado en dichas contribuciones (e.g., Brown, Smyth, & Mainka, 2006; Gutiérrez-Braojos & Martín-Romera, 2013; Hatzipanagos, 2006; Holmes, 2005; Schrire, 2006). Esta taxonomía contempla cinco niveles de complejidad: el nivel de incompreensión hace referencia a las contribuciones incorrectas o desconectadas del conocimiento relevante para la comunidad (nivel preestructural); el nivel superficial se corresponde con las contribuciones que son demasiado sencillas (nivel uniestructural) o que facilitan un gran número de elementos de contenido, pero de una manera desorganizada, sin una estructura conceptual coherente (nivel multiestructural); el nivel profundo se corresponde con las contribuciones relevantes que integran de un modo coherente aspectos



importantes requeridos por la tarea (nivel relacional), y/o contribuciones que implican la generalización, la transferencia de conocimientos y la innovación (nivel abstracto ampliado).

Por lo general, los estudios que utilizan la taxonomía SOLO con estudiantes universitarios han mostrado consenso en sus resultados y conclusiones; es decir, un gran número de contribuciones que reflejan un nivel relativamente aceptable de complejidad cognitiva. De ese modo, Brown et al. (2006) observaron que el 60% de las contribuciones se clasifican en los niveles superficial o preestructural. Hatzipanagos (2006) observó que el 55.1% de las contribuciones se situaban en un nivel superficial o preestructural. De igual modo, Holmes (2005) descubrió un alto porcentaje de contribuciones con un nivel cognitivo bajo; es decir, un 67.3% de las contribuciones se clasificaban como preestructurales, uniestructurales o multiestructurales. Gutiérrez-Braojos y Martín-Romera (2013) descubrieron que un 61.22% de los estudiantes realizaba un número suficiente de contribuciones con alto nivel cognitivo según el criterio de evaluación, mientras que el 38.78% no alcanzaba esos niveles de dominio, lo que indicaba que la distribución de las contribuciones con nivel cognitivo bajo no era simétrica si no que se concentraba en ciertos perfiles de estudiante.

### ***Evaluación del conocimiento de la comunidad***

El avance progresivo de los conocimientos de la comunidad requiere la generación progresiva de un meta-discurso sobre los objetos de conocimiento (Bereiter & Scardamalia, 1993). Por tanto, la comunidad debe aceptar el riesgo de evaluar y seleccionar las contribuciones más prometedoras. Bereiter y Scardamalia (1993) demostraron la importancia de esa valoración de las ideas, diferenciando la capacidad de los expertos para converger ideas, tras procesos divergentes. Basándose en el concepto de responsabilidad cognitiva colectiva, este estudio considera que estas decisiones deben implicar la selección de contribuciones con capacidad de producir una distribución simétrica del conocimiento, así como ideas o soluciones creativas y útiles que dirigen el discurso sobre los objetos de conocimiento a fases emergentes.

A pesar de la importancia de este proceso en las comunidades virtuales, muy pocos estudios de nivel universitario se han centrado en la evaluación de los miembros de la comunidad respecto de las contribuciones que realizan (Chen, Scardamalia, Acosta, Resendes, & Kici, 2013; Gutiérrez-Braojos et al., 2013a). Los estudios realizados por Chen y sus colegas (Chen et al., 2011, 2013) tratan de entender el concepto ‘prometedor’, mientras que Gutiérrez-Braojos et al. (2013a) se centran en el concepto de las contribuciones con impacto en una comunidad de conocimiento. El estudio realizado por Chen et al. (2011) presenta y aplica una herramienta llamada ‘Grandes ideas’ (*‘Big ideas’*), que se había integrado a la plataforma Knowledge Forum para prestar apoyo a los estudiantes y facilitar la toma de decisiones colaborativa sobre las ideas más prometedoras. En otro estudio posterior, Chen et al. (2013) se centran en comprender y analizar el cambio conceptual que tiene lugar a medida que avanza el discurso en la comunidad. Los autores concluyen que, a medida que

progresan las decisiones sobre las ideas prometedoras, la concepción del aprendizaje de los alumnos muestra mayor sofisticación. Estos resultados indican que la valoración del conocimiento generado en la comunidad hace posible seleccionar las ideas más relevantes, además de facilitar una concepción profunda del aprendizaje y la de construcción de conocimientos. Por último, en un estudio reciente, Gutiérrez-Braojos et al. (2013b) analizaron la eficacia de los miembros de la comunidad en identificar contribuciones con impacto y estudiantes con impacto. Los autores probaron un modelo explicativo causal de la eficacia en la evaluación de ideas con impacto en estudiantes universitarios. Utilizaron tres factores de pronóstico: frecuencia de la actividad lectora, frecuencia de la actividad creadora y contribuciones que reflejaban un alto nivel de complejidad cognitiva. Los resultados revelaron que la frecuencia de las actividades creadora y lectora eran factores explicativos de la eficacia evaluadora, mediada por un alto nivel de complejidad cognitiva en las contribuciones. En otras palabras, los estudiantes tenían que implicarse en la actividad formativa para ser evaluadores eficaces de las ideas.

En resumen, gran parte de las experiencias con comunidades virtuales han revelado una asimetría considerable en la actividad cognitiva y social de sus miembros. Consideramos que el impacto de un miembro de la comunidad debe explicarse a través de su actividad individual en la comunidad de conocimiento. Para que a un miembro se le considere con impacto en una comunidad virtual, el presente estudio establece las siguientes condiciones predictivas: un fuerte compromiso con la responsabilidad cognitiva colectiva, un alto porcentaje de contribuciones de calidad y eficacia en la valoración de los conceptos con los que la comunidad contribuye.

## Objetivos

Este estudio tiene dos objetivos. El primero es evaluar la actividad de los estudiantes miembros de la comunidad de conocimiento. Para ello, se plantearon los siguientes sub-objetivos:

- (1) Evaluar el compromiso con la responsabilidad cognitiva colectiva en base a diferentes índices de participación y establecer niveles de participación.
- (2) Evaluar la complejidad cognitiva de las contribuciones realizadas en la plataforma Knowledge Forum.
- (3) Evaluar la eficacia de cada miembro en la evaluación de las contribuciones con impacto.
- (4) Determinar el impacto de los miembros en base a las evaluaciones mutuas de sus contribuciones.

El segundo objetivo es probar un modelo causal de estudiantes con impacto basado en una estructura jerárquica:

***Compromiso individual con la responsabilidad cognitiva colectiva***

- (1) Nivel 1. Frecuencia de lectura: familiaridad con los conocimientos elaborados en la comunidad.
- (2) Nivel 2. Frecuencia de contribución: participación en la construcción de ideas y tiempo medio dedicado a esas contribuciones.

***Calidad de las contribuciones por individuo***

- (3) Nivel 3. Contribuciones relacionales: aportaciones que facilitan la comprensión relacional de los objetos de conocimiento producidos en la comunidad.
- (4) Nivel 4. Contribuciones con abstracción ampliada: intervenciones que reflejan objetos de conocimiento innovadores (originales y novedosos) para la comunidad.

***Eficacia individual en la evaluación de las contribuciones producidas en la comunidad***

- (5) Nivel 5. Eficacia en la evaluación de las contribuciones con impacto: capacidad de seleccionar correctamente las contribuciones de la comunidad que cumplen con los niveles 3 y 4.

Las hipótesis de este estudio exploratorio es que los estudiantes con mayor impacto muestran mayor eficacia en la evaluación de contribuciones con impacto, producen un mayor número de contribuciones innovadoras y relevantes para la distribución simétrica del conocimiento, realizan contribuciones con mayor frecuencia, dedican más tiempo a cada intervención y están más familiarizados con los conocimientos de la comunidad (muestran niveles de frecuencia de lectura más elevados). La [Figura 1](#) muestra las relaciones hipotéticas en el modelo teórico propuesto.

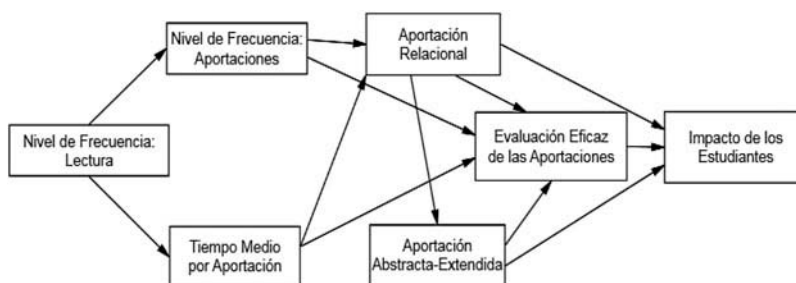


Figura 1. Representación gráfica de las hipótesis sobre efectos significativos: efectos directos e indirectos sobre los estudiantes con impacto.

## Método

### Participantes

Los participantes eran 72 estudiantes universitarios (72.2% mujeres y 28.8% hombres) que cursaban la asignatura ‘bases metodológicas de la investigación pedagógica’ como parte de un programa estudios de grado de cinco años en Pedagogía de la Universidad de Granada (España). La participación era obligatoria y suponía el 40% de la puntuación final del curso.

### Creación del entorno de construcción del conocimiento

El experimento se llevó a cabo en la asignatura ‘Bases metodológicas de la investigación pedagógica’ durante el primer semestre del año académico 2011–12. Aparte de las clases teóricas y ejercicios prácticos, los estudiantes utilizaban una plataforma virtual para ampliar la experiencia educativa más allá de los límites de las aulas.

El apoyo tecnológico para facilitar la comunicación asíncrona era la plataforma Knowledge Forum 4.8 desarrollada por Scardamalia (2004) y basada en el sistema Computer Supported Learning Environments (Scardamalia, Bereiter, & Lamon, 1994). Este entorno virtual presenta una interfaz que permite el andamiaje de las interacciones de modo que se facilita la construcción colectiva del conocimiento (e.g., necesito entender; una teoría mejor; puesta en común de nuestros conocimientos). Utilizando esta interfaz, los estudiantes realizan contribuciones con la intención de distribuir y avanzar el conocimiento sobre ese tema (Figura 2).

Antes de utilizar la plataforma con fines educativos, se celebraron dos seminarios. El primero ofrecía una introducción a la teoría y a los principios de la construcción de conocimientos (Knowledge Building), (Scardamalia, 2002) y una explicación de los procedimientos de acceso, navegación e interacción en la plataforma KF. El segundo seminario consistía en una actividad diseñada para evaluar el contexto educativo

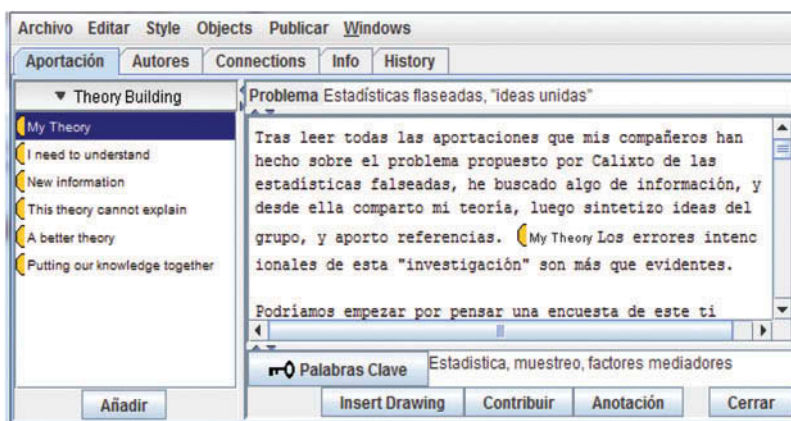


Figura 2. Pantalla para realizar las contribuciones: estructuras que facilitan la interacción.

utilizando una guía que explicaba los principios de Knowledge Forum. En primer lugar, los estudiantes evaluaron independientemente sus propias experiencias educativas en la universidad, utilizando una escala Likert, e identificaron los principios KF que no quedaban satisfechos. Después, los estudiantes compartieron sus ideas sobre estos principios no cubiertos, discutieron las consecuencias de no haberlos satisfecho y proponían posibles soluciones pedagógicas. La finalidad de este segundo seminario era facilitar un conocimiento profundo de los principios de la construcción de conocimientos (Knowledge Building) y evaluar sus ventajas e inconvenientes en la práctica educativa.

A principios de noviembre comenzó la actividad obligatoria en la plataforma virtual. Se diseñaron las actividades para cada tema, organizadas por pantallas. En las pantallas se trataba principalmente de dos tipos de conocimiento interdependiente (Biggs, 2011): proposicional y funcional. Las actividades relacionadas con el conocimiento proposicional estaban diseñadas para facilitar la actividad conjunta para mejorar la comprensión y la explicación del contenido declarativo. Las actividades funcionales se habían diseñado para ofrecer a los estudiantes oportunidades para desarrollar su capacidad individual y colectiva de resolución de problemas de investigación y diseño de estudios basados en casos prácticos. Además, para cada tema, se programaron actividades que fomentaran la reflexión ética conjunta sobre los métodos de investigación, basadas en ejemplos reales de estudios publicados. Se diseñaron tres pantallas para apoyar esta actividad: Recursos educativos compartidos (e.g., vídeos, libros en línea, herramientas de evaluación), Principios de la construcción de conocimientos y Recursos de apoyo para la navegación en la plataforma KF.

Las principales tareas del profesor en la plataforma consistían en proponer las actividades mencionadas anteriormente, facilitar la interacción simétrica y respetuosa, motivar las actividades de lectura y construcción con responsabilidad, ayudar en situaciones de bloqueo durante la actividad y guiar la discusión hacia la síntesis de ideas que ampliaran la perspectiva de los fenómenos educativos.

### ***Recogida de información***

Gran parte de los datos se obtuvo a partir de los registros automáticos de la plataforma KF. Los registros seleccionados para este estudio eran: número de lecturas, número de contribuciones, tiempo dedicado a realizar las contribuciones y contenido de las contribuciones realizadas por cada estudiante en la comunidad. En total, los estudiantes realizaron 426 contribuciones y 15,229 lecturas durante un periodo de 39 días de actividad obligatoria en la plataforma. En este estudio, la contribución se considera una unidad de análisis. Una contribución se refiere a un mensaje escrito de un estudiante en el entorno KF con la finalidad de contribuir al discurso sobre un tema particular (véase Figura 2).

Para la recogida de datos sobre las contribuciones con impacto, se pidió a los estudiantes que evaluaran las contribuciones y seleccionaran seis con el mayor impacto. En particular, después de que cada tema hubiese finalizado, las

instrucciones eran: (2) selecciona tres contribuciones de tus compañeros que, en tu opinión, tengan mayor relevancia en el aprendizaje de este tema; y (2) selecciona tres contribuciones de tus compañeros que en tu opinión sean las más innovadoras y valiosas para ampliar la discusión sobre este tema. Al final del curso, y en base a una selección previa, los estudiantes elegían las seis contribuciones con mayor impacto, en su opinión (tres relacionadas con el aprendizaje y tres con la innovación y la valía para mejorar el conocimiento). A través de este procedimiento, se obtuvieron 410 evaluaciones, 204 votos en relación con el aprendizaje de los compañeros y 206 votos en relación con la originalidad o innovación. Es decir, 68 estudiantes completaron la tarea y solo un estudiante emitió dos de los tres posibles votos en relación con la originalidad o innovación y ninguno en relación con la relevancia. Además, estos datos eran clave para determinar la eficacia de las evaluaciones.

## Mediciones

### *Medición del compromiso con la responsabilidad cognitiva colectiva*

El compromiso con la responsabilidad cognitiva colectiva en la plataforma estaba basado en los siguientes registros: familiaridad con los conocimientos elaborados en la plataforma, participación en la construcción de ideas y tiempo medio dedicado a las contribuciones. En base a estos registros, se calcularon varios índices relacionados con el compromiso con la responsabilidad cognitiva colectiva (Tabla 1).

Puesto que no existen registros sobre el tiempo de lectura para cada grado (Hewitt et al., 2007), se utilizaron índices de lectura individuales para evaluar el conocimiento que cada miembro tiene de los conocimientos elaborados en la comunidad (Zhang et al., 2009). Estos incluían el número total de contribuciones leídas por cada miembro, dividido entre el número total de contribuciones realizadas por la comunidad. Además para analizar la participación en la construcción de conocimientos, se utilizaron dos índices. El primero hacía referencia al número de contribuciones realizadas por cada miembro, dividido por el total de contribuciones (Coll et al., 2011). El segundo reflejaba el tiempo medio que cada estudiante dedica a realizar contribuciones en la comunidad (Gutiérrez-Braojos et al., 2012).

Tabla 1. Índice de compromiso individual con la responsabilidad cognitiva colectiva.

Total lecturas	Número total de contribuciones leídas por un estudiante, dividido por el total de contribuciones de la comunidad.
Participación en la construcción de ideas	Número total de contribuciones realizadas por un estudiante, dividido por el número total de contribuciones.
Media del tiempo dedicado a la construcción de contribuciones	El tiempo medio que cada participante dedica a realizar sus contribuciones.

### ***Medición de la calidad de las contribuciones por individuo***

Se valoró un total de 426 contribuciones utilizando la taxonomía SOLO (Biggs & Collis, 1982). Aunque los investigadores han utilizado el análisis de contenidos con diferentes unidades de significado, en este caso, y en base a la taxonomía SOLO, se analizó cada contribución tomando el conjunto de la contribución como unidad de significado. Dicho de otro modo, el criterio para aceptar o rechazar una contribución como estructuralmente compleja o con abstracción ampliada se basaba en la contribución en su conjunto y no en proposiciones o frases determinadas.

El proceso de codificación constaba de cuatro fases. La primera consistía en el consenso sobre los criterios mínimos y la exploración del procedimiento de codificación para utilizar criterios consensuados y apropiados para la codificación utilizando la taxonomía SOLO. La segunda fase era un análisis individual por parte de dos investigadores de todas las contribuciones del grupo, que alcanzaron un consenso de 69.95% de las evaluaciones (298 de 426). Los investigadores debatieron el resto de las contribuciones, elevando el consenso a 96.47% (411 de 426). Para codificar las contribuciones en las que no hubo consenso, se plantearon las opciones de codificación de cada investigador a un tercer investigador del campo de la educación y su decisión fue utilizada para alcanzar el consenso.

### ***Medición del impacto y de la eficacia evaluadora de las contribuciones con impacto***

Para determinar el índice de estudiantes con impacto, se pidió a cada miembro de la comunidad que evaluara las contribuciones y seleccionara las seis que habían tenido mayor impacto en su aprendizaje y en el desarrollo de las ideas del grupo. De hecho, los estudiantes seleccionaban ideas con impacto durante el curso (seis para cada tema), y al final del curso seleccionaban las seis con mayor impacto. Posteriormente, se llevó a cabo un recuento de los votos por autor. Más tarde, se dividieron los votos por el número total de votos posibles. Este cociente facilita información sobre el impacto de cada miembro, basado en la evaluación mutua. Por último, el resultado del cociente se multiplica por 100, resultando en el porcentaje de construcciones con impacto de cada miembro en base a la evaluación mutua. De este modo, el porcentaje de impacto se utilizó para clasificar a los estudiantes en 10 niveles de 'impacto'.

Entre tanto, el análisis de contenido mencionado anteriormente, basado en la taxonomía SOLO, identificó las ideas con impacto según el criterio de los evaluadores externos. A continuación, los autores de este estudio examinaron si las ideas valoradas por los estudiantes como contribuciones relevantes para una distribución simétrica del conocimiento eran ideas racionales, y si las contribuciones valoradas por los estudiantes como ideas prometedoras eran ideas de abstracción ampliada. Comparando las ideas seleccionadas por los estudiantes como ideas con impacto con las contribuciones con impacto según el criterio de los evaluadores externos, se realizó la evaluación de la eficacia de los estudiantes en la identificación de las contribuciones con impacto.



## **Análisis de datos**

### ***Análisis descriptivos***

Se realizó un análisis descriptivo utilizando SPSS 20 para obtener una visión detallada de los siguientes aspectos: compromiso individual con la responsabilidad cognitiva colectiva, calidad de las contribuciones, eficacia de cada miembro en la evaluación de las contribuciones con impacto e impacto de los estudiantes. Para obtener niveles comparables de datos descriptivos en los diferentes índices de compromiso con la responsabilidad cognitiva colectiva y facilitar así los análisis posteriores y su comprensión, se organizó la tipología de cada índice según su distribución porcentual utilizando el programa SPSS. De este modo, se clasificaron los miembros en escalas de valores completos de 0 (inactividad) a 10 (actividad muy responsable), con la media como umbral de responsabilidad. Las diferencias significativas entre los porcentajes medios se comprobaron a través de un análisis ANOVA. Respecto a la calidad de las contribuciones, se llevó a cabo un análisis tanto del porcentaje de contribuciones para cada nivel de la taxonomía SOLO como del porcentaje de calidad de las contribuciones (contribuciones relacionales y con abstracción ampliada), y las que no mostraban calidad (pre-estructurales, uniestructurales y multiestructurales) para cada individuo. Del mismo modo, se realizó un análisis descriptivo del porcentaje de eficacia de los estudiantes en la identificación de las ideas con impacto. Por último, se llevó a cabo un análisis descriptivo para clasificar los estudiantes en 10 niveles de 'impacto'.

### ***Path analysis: análisis de mediación aplicando procedimientos de remuestreo bootstrap***

Por último, para comprobar el modelo teórico que proponemos en este estudio, se utilizó el software Amos para realizar un análisis de procesos aplicando procedimientos de remuestreo *bootstrap*. Estos análisis se llevaron a cabo en tres etapas. En primer lugar, se calcularon los valores de ajuste incremental, ajuste absoluto y parsimonia del modelo teórico (Byrne, 2010). A continuación, se aplicó el procedimiento de remuestreo de Bollen-Stine para obtener un valor de  $p$  para el ajuste global de las hipótesis del modelo y corregir la falta de normalidad (Bollen & Stine, 1992). Por último, se analizaron los efectos directos, indirectos y totales sobre las variables endógenas y su significación utilizando el procedimiento de remuestreo *bootstrap* (Hayes, 2013).

## **Resultados**

### ***Resultados del compromiso individual con la responsabilidad cognitiva colectiva***

Puesto que no había un criterio externo para clasificar la actividad de los estudiantes, se calcularon los porcentajes en base a los registros directos obtenidos de la plataforma KF, clasificando a los participantes en 10 niveles en relación a sus



Tabla 2. Porcentaje de miembros por nivel de participación.

*Var.	Niveles de participación										Media	DT
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
RI	9.7	9.7	9.7	11.1	9.7	11.1	9.7	9.7	8.3	11.1	216.5	125.8
BI	12.5	4.2	9.7	8.3	13.9	8.3	11.1	11.1	11.1	9.7	5.92	5
BTI	13.9	4.2	9.7	11.1	9.7	12.5	8.3	11.1	11.1	8.3	10.41	8.7

Nota: \*RI = Índice de lectura; BI = Índice de contribución; BTI = Índice de tiempo por contribución.

compañeros. Como se muestra en la [Tabla 2](#), el porcentaje de miembros era similar en todos los niveles de participación. Además, se calculó tanto la media como la desviación típica para cada variable. El valor medio para la actividad lectora era de 216.51 contribuciones ( $DT = 125.8$ ), el valor medio para el número de contribuciones era de 5.92 ( $DT = 5.01$ ) y la media de tiempo dedicado a cada contribución era de 10.41 ( $SD = 8.7$ ).

La [Tabla 3](#) muestra un compromiso significativamente asimétrico con la responsabilidad cognitiva colectiva según los 10 niveles de participación, con diferencias también significativas entre cada uno de los tres índices de actividad calculados (índice de lectura, índice de contribución, índice de tiempo por contribución). Los resultados revelan niveles aceptables de actividad para cada índice, utilizando la actividad de la comunidad como referencia. Así, en relación con el índice de contribución, los estudiantes tenían que realizar un mínimo de 0.93% del total de contribuciones, mientras que el mayor nivel de compromiso se correspondía con estudiantes que realizaban 3.92% del total de contribuciones del grupo. En cuanto al índice de lectura, el compromiso o nivel medio requería leer un 46.57% de las contribuciones, mientras que la lectura del 100% de las contribuciones mostraba un compromiso total. Por último, el tiempo medio dedicado a realizar una contribución era de 7.67 minutos, mientras que el nivel más elevado mostraba una dedicación media de 30 minutos para elaborar una contribución.

### ***Resultados de la calidad de las contribuciones***

En el análisis de contenidos con la taxonomía SOLO los resultados generales mostraban asimetría en la complejidad e innovación de la actividad cognitiva de los estudiantes en la plataforma virtual. Así pues, los evaluadores externos juzgaron que 52.11% de las contribuciones mostraban una complejidad cognitiva aceptable (50.5% relacionales y 1.6% de abstracción ampliada), mientras que 47.89% de ellas no presentaban complejidad cognitiva (5.63% preestructurales, 12.21%, uniestructurales y 30.05% multiestructurales). Los porcentajes de contribuciones con complejidad cognitiva por individuo revelaron que 34.72% de los estudiantes realizaban más contribuciones cognitivamente complejas, mientras que 11.11% de ellos efectuaban el mismo número de contribuciones

Tabla 3. Estadísticos descriptivos por nivel de participación respecto a los índices RI, BI y BTI.

*Var.	Niveles de participación										F	p	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
RI	Media	2.27	13.89	26.85	35.68	46.41	57.74	63.65	73.27	84.23	100	423,22	***
	DT	2.11	4.14	1.52	4.46	3.03	4.59	1.52	4.68	3.41	7.12		
BI	Media	-	.23	.47	.70	.93	1.17	1.55	1.99	2.43	3.92	71,93	***
	DT	-	-	-	-	-	-	1.21	1.25	1.21	1.17		
BTI	Media	1	2.55	4.50	5.82	7.67	10.21	11.81	13.58	19.25	30.61	60,76	***
	DT	.32	.38	.76	.47	.77	1.2	.18	1.08	2.1	9.92		

Nota: \*RI = Índice de lectura; BI = Índice de contribución; BTI = Índice de tiempo por contribución; \*\*\* $p < .001$ .

cognitivamente complejas que de contribuciones sin complejidad cognitiva. Por último, 54.16% de los miembros del grupo realizaron más contribuciones sin complejidad cognitiva que contribuciones cognitivamente complejas.

### ***Resultados de la eficacia en la evaluación de las contribuciones con impacto***

A continuación se presentan los resultados relativos a la eficacia de la evaluación mutua en la identificación de seis contribuciones con impacto que reflejaran complejidad cognitiva (relacional o con abstracción ampliada, según la taxonomía SOLO). Los resultados indican actividad asimétrica. Así pues, el 40.23% de los estudiantes seleccionó más contribuciones clasificadas por los evaluadores externos como de baja complejidad cognitiva, mientras que 33.33% de ellos mostraron una eficacia aceptable: el 50% de las contribuciones que identificaron habían sido clasificadas por los evaluadores externos como cognitivamente complejas. Por último, 26.39% de los estudiantes mostraban un alto nivel de eficacia en la identificación de las contribuciones con complejidad cognitiva.

### ***Resultados del impacto de los estudiantes***

Por último, las evaluaciones mutuas revelaron que 29 miembros del grupo (40.27% del total) eran clasificados como estudiantes sin impacto. En total, 24 miembros (33.33% del total) eran clasificados en un nivel de impacto 1, valorados como estudiantes con impacto por 1–5% de los miembros de la comunidad. Solo ocho miembros del grupo (11.11% del total) eran clasificados como de nivel de impacto 2, al haber sido valorados como estudiantes con impacto por 5.01–10% de los miembros del grupo. Tan solo seis miembros (8.33% del total) eran clasificados en el nivel 3, valorados como estudiantes con impacto por 10.01–15% de la comunidad. Los niveles 4, 8 y 9 solo tenían un estudiante cada uno (1.38% del total por cada nivel), mientras que el nivel 5 tenía dos (2.77% del total). En estos casos, más de un 15% del grupo coincidía en considerar la actividad de estos estudiantes en la plataforma como impactante. En definitiva, estos resultados muestran cierta asimetría en el grado de impacto de los estudiantes (Tabla 4).

### ***Evaluación del modelo explicativo del impacto de los estudiantes en la comunidad virtual de conocimiento***

El análisis de procesos reveló que el modelo tiene una bondad de ajuste a los datos aceptable. Como se muestra en la Tabla 5, los valores de ajuste absoluto y de ajuste incremental indican que el ajuste del modelo a los datos es bueno.

En la Figura 3 y en la Tabla 6 se presentan los resultados de los efectos directos, indirectos y totales y su relevancia estadística, obtenida aplicando un procedimiento de remuestreo *bootstrap*. A continuación se describen los efectos significativos sobre cada variable endógena incluida en el modelo:

Tabla 4. Nivel de clasificación de los estudiantes con impacto.

		Impacto por intervalo de miembros						
Nivel 0		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 8	Nivel 9
Sin impacto*		(1-5%)	(5.01-10%)	(10.01-15%)	(15.01-20%)	(20.1-25%)	(35.01-40%)	(40.01-45%)
Un total de 29 miembros		Un total de 24 miembros	Un total de 8 miembros	Un total de 6 miembros	Un total de 1 miembro	Un total de 2 miembros	Un total de 1 miembro	Un total de 1 miembro

Nota: \*Los niveles 6 y 7 (25.01 a 35%) y el nivel 10 (45.1 to 50%) tenían 0 estudiantes; \*\*Ejemplo: Una persona que está en el nivel 1 fue calificada de prometedora (relevante o abstracta) por entre 1 y 5% de los miembros.

Tabla 5. Estadísticos de los índices de ajuste absoluto y de ajuste incremental.

Estadísticos de ajuste absoluto						
$\chi^2$	GL	p	CMIN/GL	RMSEA	RMR	p Bollen-Stine
12.795	9	.164	1.442	.079	.399	.268
Estadísticos de ajuste incremental						
NFI		TLI		GFI	CFI	
.961		.965		.952	.985	

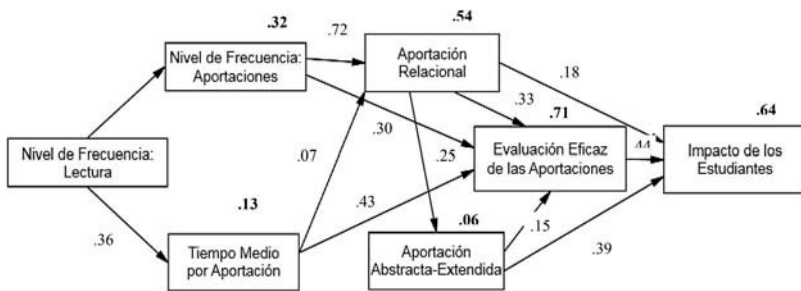


Figura 3. Análisis de procesos: modelo causal de estudiantes con impacto.

- (1) Efectos significativos en los estudiantes con impacto: las variables eficacia de la evaluación y contribuciones con abstracción ampliada presentan efectos directos y positivos, mientras que la variable contribuciones relacionales muestra un efecto directo significativo en los estudiantes con impacto. Además, las variables contribuciones relacionales, frecuencia de contribuciones, media de tiempo dedicado a realizar cada contribución y frecuencia de lectura presentan efectos indirectos positivos significativos. Sin embargo, la variable contribuciones con abstracción ampliada no tiene un efecto indirecto significativo en los estudiantes con impacto. En cuanto al efecto total, todas las variables incluidas en el modelo explican el elemento estudiantes con impacto. En particular, los efectos totales son: eficacia de la evaluación, contribuciones con abstracción ampliada, contribuciones relacionales, frecuencia de contribución, tiempo medio dedicado a cada contribución y frecuencia de lectura.
- (2) Efectos significativos en la eficacia de la evaluación: a diferencia de la variable contribuciones con abstracción ampliada, las variables contribuciones relacionales, frecuencia de contribución y tiempo medio dedicado a la elaboración de cada contribución presentan efectos directos y positivos. Además, las variables frecuencia de contribución y frecuencia de lectura presentan efectos indirectos positivos, mientras que las variables

Tabla 6. Efectos estandarizados directos, indirectos y totales.

Efectos	Directo	Indirecto	Total
En estudiantes con impacto			
Evaluación eficaz	.44 (***)	–	.44 (***)
Contribuciones con abstracción ampliada	.39 (*)	.07 (.131)	.46 (*)
Contribuciones relacionales	.18 (.266)	.26 (***)	.44 (**)
Nivel de contribuciones	–	.45 (**)	.45 (**)
Nivel de tiempo por contribución	–	.22 (***)	.22 (***)
Nivel de lectura	–	.33 (***)	.33 (***)
En la eficacia de la evaluación			
Contribuciones con abstracción ampliada	.15 (.24)	–	.15 (.24)
Contribuciones relacionales	.33 (**)	.04 (.103)	.37 (**)
Nivel de contribuciones	.30 (**)	.26 (**)	.56 (***)
Nivel de tiempo por contribución	.43 (***)	.03 (*)	.46 (***)
Nivel de lectura	–	.48 (***)	.48 (***)
En las contribuciones con abstracción ampliada			
Contribuciones relacionales	.25 (*)	–	.25 (*)
Nivel de contribuciones	–	.18 (*)	.18 (*)
Nivel de tiempo por contribución	–	.02 (*)	.03 (.066)
Nivel de lectura	–	.11 (*)	.11 (*)
En las contribuciones relacionales			
Nivel de contribuciones	.72 (**)	–	.72 (**)
Nivel de tiempo por contribución	.07 (.27)	–	.07 (.27)
Índice de lectura	–	.43 (**)	.43 (**)
En el nivel de contribuciones			
Nivel de lectura	.57 (***)	–	.57 (***)
En el nivel de tiempo por contribución			
Nivel de lectura	.36 (**)	–	.36 (**)

Nota: (\*)  $p < .05$ ; (\*\*)  $p < .01$ ; (\*\*\*)  $p < .001$ .

contribuciones relacionales y media de tiempo dedicado a elaborar cada contribución no muestra ningún efecto indirecto significativo. En cuanto a los efectos totales, y a excepción de la variable contribuciones con abstracción ampliada, el resto de las variables del modelo explican el elemento estudiantes con impacto, particularmente, el efecto total de las contribuciones relacionales, la frecuencia de construcción, el tiempo medio dedicado a elaborar las contribuciones y la frecuencia de lectura.

- (3) Efectos significativos en las contribuciones con abstracción ampliada: se observa un efecto directo y positivo de las contribuciones relacionales. Sin embargo, a diferencia del tiempo medio dedicado a la elaboración de una contribución, las variables frecuencia de contribución y frecuencia de lectura muestran efectos indirectos positivos significativos. No se observa ninguna interacción entre efectos directos e indirectos, por lo que el total de los efectos corresponde a cada uno de los efectos directo e indirectos respectivamente.
- (4) Efectos en las contribuciones relacionales: no se observan efectos directos significativos de las variables frecuencia de contribución y tiempo medio

- dedicado a la elaboración de cada contribución, mientras que la frecuencia de lectura revela un efecto indirecto positivo significativo. En este caso, el efecto total corresponde a cada efecto directo e indirecto respectivamente.
- (5) Efectos en la frecuencia de contribución: la frecuencia de lectura muestra un efecto directo positivo. En este caso no se observan efectos indirectos, por lo que el efecto total se corresponde con el efecto directo.
  - (6) Efectos en el tiempo medio dedicado en la elaboración de las contribuciones: la frecuencia de lectura revela un efecto directo positivo. En este caso no se observan efectos indirectos, por lo que el efecto total corresponde al efecto directo.

## Conclusiones

Basándonos en la teoría de la construcción de conocimientos (Knowledge Building), evaluamos la actividad de los estudiantes en la comunidad de conocimiento según su compromiso con la responsabilidad cognitiva colectiva, la complejidad cognitiva de sus contribuciones escritas, la eficacia de cada miembro en la evaluación de las contribuciones con impacto de sus compañeros y en el impacto de cada estudiante. A continuación, comprobamos un modelo teórico exploratorio relacionado con dichos elementos.

Por lo que respecta a la evaluación del compromiso con la responsabilidad cognitiva colectiva, los resultados muestran una comunidad asimétrica, coincidiendo con estudios previos (Coll et al., 2011; Gutiérrez-Braojos & Martín Romera, 2013; Gutiérrez-Braojos et al., 2012; Hewitt et al., 2007). Tomando la actividad de la comunidad como referencia, este estudio determina los niveles de participación que podían resultar útiles en el establecimiento de los niveles mínimos de compromiso con la responsabilidad cognitiva colectiva. En cuanto al índice de lectura, el nivel medio de compromiso requerido era del 46.57% de las contribuciones. Para el índice de contribución, los estudiantes debían realizar por lo menos 0.93% de las contribuciones totales de la plataforma y dedicar un tiempo medio de 7.67 minutos a la elaboración de cada contribución.

En el caso de la evaluación de las contribuciones realizadas en la plataforma, los resultados indican que solo un 52.11% tenían un nivel aceptable de complejidad cognitiva. Estos resultados son consistentes con el estudio realizado por Hatzipanagos (2006), pero muestran un porcentaje menor de contribuciones profundas (relacionales o con abstracción ampliada, según la taxonomía SOLO) que otros estudios (e.g., Holmes, 2005). Además, a diferencia de otros estudios con resultados más positivos (Gutiérrez-Braojos & Martín-Romera, 2013), en este estudio solo 34.72% de los participantes realizaban más contribuciones profundas que superficiales (preestructurales, uniestructurales o multiestructurales), según la taxonomía SOLO.

Asimismo, solo 26.39% de los estudiantes mostraban un nivel elevado de eficacia en la identificación de contribuciones con impacto. De igual modo, nuestros resultados sobre el impacto de los estudiantes concuerdan con los

obtenidos por Gutiérrez y su equipo (Gutiérrez-Braojos & Salmerón-Vílchez 2012; Gutiérrez-Braojos et al., 2013a, 2013b), revelando cierto grado de asimetría en el impacto. No obstante, el resultado más relevante es que 29 miembros del grupo (40.27% del total) se clasifican como estudiantes sin impacto. Estos resultados demuestran que ciertos estudiantes producen contribuciones que no tienen valor para la comunidad.

A continuación, se completaron con éxito las pruebas del modelo causal de los estudiantes con impacto en base a una estructura jerárquica que incluía los elementos evaluados en el objetivo anterior. Los resultados revelan indicios suficientes para que la hipótesis general del estudio no sea rechazada; es decir, el compromiso con la responsabilidad cognitiva colectiva, la complejidad cognitiva de las contribuciones y la eficacia en la evaluación de las contribuciones con impacto contribuyen a explicar el impacto de los estudiantes en la comunidad. Sin embargo, observamos diferencias en la tipología y el peso de los efectos (directos e indirectos) dependiendo del nivel de subordinación. En particular, los niveles 5 (eficacia en la evaluación de las contribuciones) y 4 (contribuciones con abstracción ampliada) tenían un efecto directo. No obstante, los niveles 1 (familiaridad con los conocimientos elaborados por la comunidad), 2 (participación en la construcción de las ideas) y 3 (contribuciones relacionales) son variables relevantes para explicar el impacto de los estudiantes cuando la relación está mediada por niveles elevados en la estructura jerárquica. Las variables más relevantes en la explicación del impacto sobre la comunidad corresponden a los niveles 5, 4 y 3, mientras que los niveles 1 y 2, relacionados con el compromiso con la responsabilidad cognitiva colectiva, son relevantes en la explicación de los niveles superiores.

Estos resultados sugieren que, para convertirse en estudiantes con impacto, los estudiantes han de participar en actividades colaborativas transformadoras. Así pues, los resultados son consistentes con la mayor parte de las investigaciones previas. Es decir, los resultados refuerzan la importancia de la responsabilidad cognitiva colectiva en relación con la transformación extensiva del conocimiento en las comunidades de aprendizaje (e.g., Bereiter & Scardamalia, 1993; Scardamalia, 2002; Zhang et al., 2009). Por tanto, los entornos virtuales deben ser diseñados y gestionados de modo que se facilite el desarrollo de las competencias necesarias para ejercer la responsabilidad cognitiva colectiva, incrementando la simetría del impacto de los estudiantes en el desarrollo del conocimiento de la comunidad.

Una limitación de este estudio es el tamaño de la muestra. Otra limitación es que la selección de la muestra era incidental, lo que significa que un gran número de estudiantes eran mujeres. Por tanto, estos resultados deben ser considerados teniendo en cuenta la composición de género de la muestra. Además, es necesario llevar a cabo más investigaciones para analizar la relación entre la responsabilidad cognitiva colectiva y el impacto de los estudiantes en estas comunidades. Es más, futuros estudios deberían analizar los niveles de participación en una plataforma utilizando la actividad de la comunidad como referencia, para comparar y generar nuevos conocimientos en este campo. En nuestra revisión previa de la bibliografía



no encontramos estudios similares; por lo tanto, nuestros resultados no pueden ser discutidos. Además, futuros estudios deberían incluir más criterios para determinar el nivel necesario de compromiso con la responsabilidad cognitiva colectiva. Es necesario realizar más estudios que analicen la complejidad cognitiva de las contribuciones, la eficacia en la evaluación de las contribuciones y el impacto de los estudiantes. Por último, los estudios futuros deben analizar los posibles factores de pronóstico relacionados con el compromiso de los estudiantes hacia la responsabilidad cognitiva colectiva, tales como los relacionados con el entorno (e.g., antecedentes de colaboración comunitaria, tamaño de los grupos de trabajo en la comunidad, diseño de los programas y de las actividades colaborativas en la asignatura) y las características básicas de sus miembros (e.g., patrones de aprendizaje, capacidades colaborativas, conocimientos previos, percepciones de autoeficacia sobre las contribuciones a la comunidad). Estos factores de pronóstico relacionados con el compromiso hacia la responsabilidad cognitiva colectiva podrían descubrir una explicación más completa del impacto de los estudiantes.

### References / Referencias

- Bereiter, C., & Scardamalia, M. (1993). *Surpassing ourselves: An inquiry into the nature and implications of expertise*. Chicago, IL: Open Court.
- Bereiter, C., & Scardamalia, M. (2009). Teaching how science really works. *Education Canada*, 49(1), 14–17.
- Berelson, B. (1952). *Content Analysis in Communication Research*. Glencoe, IL: The Free Press.
- Biggs, J. B. (2011). *Teaching for Quality Learning at University*. Buckingham: Open University Press/McGraw Hill.
- Biggs, J. B., & Collis, K. (1982). *Evaluating the Quality of Learning: The SOLO taxonomy*. New York, NY: Academic Press.
- Bollen, K. A., & Stine, R. A. (1992). Bootstrapping goodness-of-fit measures in structural equation models. *Sociological Methods and Research*, 21, 205–229. doi:10.1177/0049124192021002004
- Brown, N., Smyth, K., & Mainka, C. (2006). Looking for evidence of deep learning in constructively aligned online discussions. In S. Banks, V. Hodgson, C. Jones, B. Kemp, D. McConnell, & C. Smith (Eds.), *Proceedings of the Fifth International Conference on Networked Learning* (pp. 315–322). Lancaster, UK: Lancaster University.
- Byrne, (2010). *Structural equation modelling with AMOS: Basic concepts, applications, and programming*. New York, NY: Taylor and Francis Group.
- Chen, B., Chuy, M., Resendes, M., & Scardamalia, M. (2010). Big ideas tool as a new feature of knowledge forum. Presented at the *2010 Knowledge Building Summer Institute: New Assessments and Environments for Knowledge Building*. Toronto, Canada.
- Chen, B., Resendes, M., Chuy, M., Tarchi, C., Bereiter, C., & Scardamalia, M. (2011). Identificare, selezionare e sviluppare le idee promettenti nel Knowledge Building. *Interdisciplinary Journal of Technology, Culture and Education*, 6(2), 224–241.
- Chen, B., Scardamalia, M., Acosta, A., Resendes, M., & Kici, D. (2013). Promisingness judgments as facilitators of knowledge building. In N. Rummel, M. Kapur, M. Nathan, & S. Puntambekar (Eds.), *To see the world and a grain of sand: Learning across levels of space, time, and scale: CSCL 2013 Conference Proceedings Volume 2 — Short papers, Panels, Posters, Demos & Community Events* (pp. 231–232). International Society of the Learning Sciences.

- Chuy, M., Zhang, J., Resendes, M., Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2011). Does contributing to a knowledge building dialogue lead to individual advancement of knowledge? In H. Spada, G. Stahl, N. Miyake, & N. Law (Eds.), *Connecting computer-supported collaborative learning to policy and practice: CSCL2011 Conference Proceedings* (pp. 57–63). International Society of the Learning Sciences.
- Coll, C., Bustos, A., & Engel, A. (2011). Perfiles de participación y presencia docente distribuida en redes asincrónicas de aprendizaje: la articulación del análisis estructural y de contenido. *Revista de Educación*, 354, 657–688. doi:10.4438/1988-592X-RE-2011-354-015
- Gutiérrez-Braojos, C., Chen, B., & Resendes, M. (2013a). Exploring an index of builders with potential impact on Knowledge Building from SOLO Taxonomy. Presented at the 17th Annual Knowledge Building summer institute: *Crossing the educational Chasm. From the basics to creative work with ideas*. La Puebla, Mexico.
- Gutiérrez-Braojos, C., & Martín-Romera, A. (2013). La presencia docente como un factor explicativo del aprendizaje en comunidades de indagación. In J. J. Gázquez, M. C. Pérez, & M. M. Mokero (Eds.), *La convivencia escolar: un acercamiento multidisciplinar* (pp. 115–121). Almería: Asunivep.
- Gutiérrez-Braojos, C., Resendes, M., & Chen, B. (2013b). Exploring a theoretical model about the effectiveness in evaluation of impacting contributions. Presented at the 17th Annual Knowledge Building summer institute: *Crossing the educational Chasm. From the basics to creative work with ideas*. La Puebla, Mexico.
- Gutiérrez-Braojos, C., & Salmerón-Vilchez, P. (2012). Building Knowledge: Theoretical model to analyze Knowledge Builders. Presented at the 16th Annual Knowledge Building summer institute: *Building Cultural Capacity for Innovation*. Toronto, Canada.
- Gutiérrez-Braojos, C., Salmerón-Vilchez, P., & García, J. M. (2012). Profiles of student participation in virtual computer learning and building environment. Presented at the 16th Annual Knowledge Building summer institute: *Building Cultural Capacity for Innovation*. Toronto, Canada.
- Hamilton, E. C., & Friesen, N. (2013). Online education: A science and technology studies perspective. *Canadian Journal of Learning and Technology*, 39(2), 1–21.
- Hatzipanagos, S. (2006). HOT and flaming spirals: Learning and empathic interfaces in discussion forum text-based dialogues. *European Journal of Open Distance and E-Learning*, Retrieved July 06, 2013 from [http://www.eurodl.org/materials/contrib/2006/Stylianios\\_Hatzipanagos.htm](http://www.eurodl.org/materials/contrib/2006/Stylianios_Hatzipanagos.htm)
- Hayes, A. (2013). *Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: A regression-based approach*. New York, NY: Guildford Press.
- Hewitt, J., Brett, C., & Peters, V. (2007). Scan rate: A new metric for the analysis of reading behaviors in asynchronous computer conferencing environments. *American Journal of Distance Education*, 21, 215–231. doi:10.1080/08923640701595373
- Holmes, K. (2005). Analysis of asynchronous online discussion using the SOLO Taxonomy. *Australian Journal of Educational & Developmental Psychology*, 5, 117–127.
- Monereo, C., & Badia, A. (2008). La enseñanza y el aprendizaje de estrategias de aprendizaje en entornos virtuales. In C. Coll, & C. Monereo (Eds.), *Psicología de la Educación Virtual* (pp. 348–367). Madrid: Morata.
- Paavola, S., & Hakkarainen, K. (2005). The knowledge creation metaphor – An emergent epistemological approach to learning. *Science & Education*, 14, 535–557. doi:10.1007/s11191-004-5157-0
- Paavola, S., Lipponen, L., & Hakkarainen, K. (2004). Models of innovative knowledge communities and three metaphors of learning. *Review of Educational Research*, 74, 557–576. doi:10.3102/00346543074004557

- Scardamalia, M. (2002). Collective cognitive responsibility for the advancement of knowledge. In B. Smith (Ed.), *Liberal education in a knowledge society* (pp. 67–98). Chicago, IL: Open Court.
- Scardamalia, M. (2004). *CSILE/Knowledge Forum*. In A. Kovalchick, & K. Dawson (Eds.), *Education and Technology: An encyclopedia* (pp. 183–192). Santa Barbara, CA: ABC-CLIO.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (1994). Computer support for knowledge-building communities. *Journal of the Learning Sciences*, 3, 265–283. doi:10.1207/s15327809jls0303\_3
- Scardamalia, M., Bereiter, C., & Lamon, M. (1994). CSILE: Trying to bring students into world 3. In K. McGilley (Ed.), *Classroom lessons: Integrating cognitive theory and classroom practice* (pp. 201–228). Cambridge, MA: MIT Press.
- Schrire, S. (2006). Knowledge building in asynchronous discussion groups: Going beyond quantitative analysis. *Computers and Education*, 46, 49–70. doi:10.1016/j.compedu.2005.04.006
- Sternberg, R. (2012). The assessment of creativity: An investment-based approach. *Creativity Research Journal*, 24, 3–12. doi:10.1080/10400419.2012.652925
- Zhang, J., Scardamalia, M., Reeve, R., & Messina, R. (2009). Designs for collective cognitive responsibility in knowledge-building communities. *Journal of the Learning Sciences*, 18, 7–44. doi:10.1080/10508400802581676