

Construct validation of a questionnaire to measure teachers' digital competence (TDC)

Validación de constructo de un instrumento para medir la competencia digital docente de los profesores (CDD)

Javier TOURÓN, PhD. Professor. Universidad Internacional de La Rioja (UNIR) (javier.touron@unir.net).

Deborah MARTÍN, PhD. Lecturer. Universidad Internacional de La Rioja (UNIR) (deborah.martin@unir.net).

Enrique NAVARRO ASENCIO, PhD. Assistant professor. Complutense University of Madrid (enriquenavarro.a@gmail.com).

Silvia PRADAS, PhD. Lecturer. Universidad Internacional de La Rioja (UNIR) (silvia.pradas@unir.net).

Victoria ÍÑIGO, PhD. Assistant professor. Universidad Internacional de La Rioja (UNIR) (victoria.inigo@unir.net).

Abstract:

Teachers' digital competencies have become an essential aspect of training teachers to promote learning in their students that moves away from the knowledge transfer model and moves towards a talent development model. This work validates an instrument developed by the authors to evaluate the digital competency of teachers, in accordance with the current framework established by INTEF. A sample of 426 teachers was used in the validation process. These were approached through an online process. The total reliability of the instrument, estimated using Cronbach's Alpha, is 0.98. The reliability for the dimensions on the «Knowledge» scale varies from 0.89 to 0.94 and for the «Use» scale from 0.87 to 0.92. The construct validity has been modified from an initial model with 5 factors to another with 4 factors and 4 sub-factors. The factor loads of the items with the dimension to which they belong are mainly above 0.5 and in many cas-

es above 0.70. On the «Knowledge» scale there is only 1 weight that does not reach this value. The overall fit results for both scales show optimum results, with values lower than 3 for the normalised chi-squared index, values below 0.06 in RMSEA, and values of 0.9 in IFI and CFI. Data is also provided regarding convergent and discriminant validity that is significant and acceptable. The construct reliability for the convergent validity in all cases approaches 0.90. As for the discriminant validity, the proposed model is better than the alternatives, with small variations in the «Use» scale that will be the object of future analyses. This instrument will make it possible to evaluate teachers' competencies and help with the planning of personalised training pathways depending on their results.

Keywords: teachers' digital competence, construct validity, convergent validity, discriminant validity, online questionnaires.

Revision accepted: 2017-09-21.

This is the English version of an article originally printed in Spanish in issue 269 of the *revista española de pedagogía*. For this reason, the abbreviation EV has been added to the page numbers. Please, cite this article as follows: Tourón, J., Martín, D., Navarro, E., Pradas, S., & Íñigo, V. (2018). Validación de constructo de un instrumento para medir la competencia digital docente de los profesores (CDD) | Construct validation of a questionnaire to measure teachers' digital competence (TDC).

Revista Española de Pedagogía, 76 (269), 25-54. doi: 10.22550/REP76-1-2018-02

<https://revistadepedagogia.org/>

ISSN: 0034-9461 (Print), 2174-0909 (Online)

Resumen:

La competencia digital docente se ha convertido en un aspecto esencial en la formación de los profesores que deben promover un aprendizaje en sus alumnos que se aleja del modelo de transmisión del conocimiento para acercarse a otro de desarrollo del talento. En este trabajo se valida un instrumento desarrollado por los autores para valorar la competencia digital de los docentes, de acuerdo con el marco actual establecido por el INTEF. Para el proceso de validación se utiliza una muestra de 426 profesores a los que se accede por un procedimiento online. La fiabilidad total del instrumento, estimada con el Alpha de Cronbach es de 0.98. La fiabilidad para las dimensiones de la escala de conocimiento varía entre 0.89 y 0.94 y para la escala de uso entre 0.87 y 0.92. En cuanto a la validez de constructo se ha pasado de un modelo inicial con 5 factores a otro con 4 factores y 4 subfactores. Las cargas factoriales de los ítems con la dimensión a la que pertenecen están en su mayoría por encima de 0.5 y en muchos

casos de 0.70. En la escala de conocimiento sólo hay 1 peso que no alcanza ese valor. Los resultados de ajuste global para ambas escalas muestran resultados óptimos, con unos valores inferiores a 3 para el índice de chi-cuadrado normalizado, valores por debajo de 0.06 en RMSEA y de 0.9 en IFI y CFI. Se ofrecen evidencias también respecto a la validez convergente y discriminante, que resultan significativas y aceptables. La fiabilidad del constructo para la validez convergente se aproxima en todos los casos a 0.90. En cuanto a la validez discriminante el modelo propuesto es mejor que sus alternativas, con ligeras variaciones en la escala de uso que serán objeto de futuros análisis. Este instrumento permitirá valorar las competencias de los profesores y ayudar en la planificación de itinerarios de formación personalizados en función de los resultados.

Descriptor: competencia digital docente, validación de constructo, validez convergente, validez discriminante, cuestionarios online.

1. Introduction

The European Commission in its *Education and Training Monitor* (2016) report emphasised the educational priorities that must be invested in to improve the quality and relevance of educational systems and develop the competencies needed in contemporary society. One of the basic pillars it establishes is the development of the teaching profession, and it is forceful when explaining the role teachers and educational leaders must take on with regards to the impact teachers' professional development must have on improving pedagogical practices.

The Education and Training 2020 Strategic Framework (ET2020) also refers to the development of educational systems and the competencies students must acquire, although it particularly focuses on the ones teachers must integrate into their educational practice to provide quality education, proposing open and innovative education and training fully integrated into the digital era as a locus for priority action.

Teaching competencies could be defined as the set of knowledge, personal traits, attitudes, and skills that make it

possible to perform educational actions, generally recognisably pragmatic in nature, relating to achievement in the field of education (Álvarez Rojo, 2010). In other words, we speak of competencies if there is performance, knowledge, and actions; these competencies are not constructed solely in the methodological sphere, but rather in the transformations that link curricular and methodological elements, more specifically, in the technical-didactic adaptation that is carried out to attain the objectives students must achieve in their learning (Cardona, 2008).

The learning needs of current students require other forms of teaching, and so teaching competencies will be shaped by the styles and needs of the students, who must learn to live and function in a society that produces vast quantities of information (Cardona, 2008). They must satisfy the needs of students as future active citizens of a globalised, digitised, intercultural and changing society that demands education that, to be promoted effectively, requires interaction between pedagogy (how it is taught), substantive knowledge of what is being taught, and technology (the tools used), as is proposed by the TPACK (Technology, Pedagogy, and Content Knowledge) model for the teacher of today (Koehler, Mishra, and Cain, 2013; Tourón, 2016). Each of these three components must be interconnected to produce improvements in students' learning outcomes, and although defining these teaching skills in general can be difficult, both in knowledge and in skills or experiences, in this study we focus on teachers' digital competency, defining it and, more specifically, evaluating it.

The European Commission (2006) identifies this as a key competence which it defines thus:

Digital competence involves the confident and critical use of Information Society Technology (IST) for work, leisure and communication. It is underpinned by basic skills in ICT: the use of computers to retrieve, assess, store, produce, present and exchange information, and to communicate and participate in collaborative networks via the Internet (European Parliament and the Council, 2006, see annex).

The subsequent DIGCOMP (*Digital Competence*) report identifies this as a transverse competency that enables us to acquire other competencies, and is related to many of the skills of the twenty-first century that all citizens must acquire to ensure we can participate actively in society and the economy (Ferrari, 2013).

Educational research in recent decades (Cope and Ward, 2002; Windschitl and Salh, 2002; Solmon and Wiederhorn, 2000; UNESCO, 2002) has had the objective of analysing how the use of digital tools affects teaching and learning situations, with the objective of designing proposals to improve its implementation in curriculum design. Some of it focuses on teachers' attitudes and perception of the use of technology in their teaching practice, in didactic decisions regarding the selection and use of digital tools, and even on the training needs and demands of teaching staff for integrating technology into the teaching-learning process adequately (Davis, Preston, and Sahin 2009; UNESCO 2002). Field research

performed in schools and classrooms has shown that the teacher has a significant role (Sangrà and González-Sanmamed, 2010) but given developments in technology, and in particular its inclusion in the classroom, new studies have been carried out on the impact and the effects of its use in education (Cuban, 2001; UNESCO, 2003; OECD, 2003; EURYDICE 2001; Tondeur, Valcke, and Van Braak, 2008; Davis, 2009). Technology can provide immediate access to information, systematically record actions on students' progress to create new pathways, allow collaboration between classmates inside and outside school, generate new knowledge and resources, provide feedback for teachers to improve their educational practice, etc. Therefore, teacher training must focus not only on the use of technology in itself, but also on how it can support collaboration and effective interaction between the different factors in the teaching-learning process (Fullan and Donnelly, 2013).

Teachers' digital competence has been linked with knowledge of the environment in which students live, and to using technology to encourage their learning and development of competencies. Accordingly, it can be defined as the group of capacities and skills that lead us to incorporate –and appropriately use– information and communication technology (ICT) as a methodological resource integrated in the teaching-learning process, thus becoming learning and knowledge technologies with a clear didactic application.

To increase teachers' awareness of the need to improve their digital competencies, states are making a consider-

able effort to disseminate emerging good practices by organising discussion sessions and creating informative websites. Many schools hold meetings and sessions outside teaching hours where teachers can train with the support of a colleague, the technology coordinator, or even with courses organised by institutions dedicated to teacher training (UNESCO, 2002). In these cases, evaluating competencies becomes the central element in establishing a digital training plan that meets the needs of teachers.

Under the UNESCO framework (2002) where nine IT-literacy units were described and justified on the professional development programme for teachers, subsequent programmes appeared, such as DIGCOMP and its revisions, until, in the case of Spain, the *Marco de Competencia Digital* (Digital competences framework, INTEF, 2003) appeared, followed by the current one (INTEF, 2017). This last framework, revised in September 2017, is used as a reference tool to identify the areas and levels to consider, both in teacher evaluation, and in the different training plans for its optimum development. The framework's rationale starts from the need to establish benchmarks towards which teachers should work.

Those people who are responsible for teaching the students of the new millennium must be capable of guiding them on their educational journey through the new media. Teachers need a clear political message in this regard. This public recognition will in turn require special attention in the systems for training teachers and recognising their professional development (INTEF, 2017, p. 2).

What, therefore, is expected of digitally competent teachers? What knowledge, skills, and expertise should be developed? What should they use? The Common Framework (INTEF, 2017, p. 9) describes

five dimensions, and although each one is specific, they are not self-contained or exclusive, and so they can be interrelated. These dimensions are defined thus (INTEF, 2017, p. 10):

GRAPH 1. Dimensions and associated competencies. Adapted from INTEF 2017.

 2017 Common Framework	Competencies 
IT Information and Literacy	• Browsing, searching, and filtering digital information, data, and content. • Evaluating digital information, data, and content. • Storing and recovering digital information, data, and content.
Communication and Collaboration	• Interacting through digital technologies. • Sharing information and content. • Citizen participation "online". • Collaboration through digital channels. • Netiquette. • Managing digital identity.
Creating digital Content	• Developing digital content. • Integrating and reworking digital content. • Copyright and licences. • Programming.
Security	• Protecting devices and digital content. • Protecting personal data and digital identity. • Protecting health and welfare. • Protecting your surroundings.
Troubleshooting	• Solving technical problems. • Identifying technological needs and responses. • Innovation and creative use of digital technologies. • Identifying gaps in digital competencies.

Source: Own elaboration.

1. IT information and literacy information: identifying, finding, retrieving, storing, organising, and analysing digital data, evaluating its purpose and relevance.

2. Communicating and collaborating: communicating in digital settings, sharing resources through online tools, connecting and collaborating with others through digital tools, interacting and participating in communities and networks; intercultural awareness.

3. Creating digital content: creating and editing new content (text, images, videos, etc.), integrating and reworking prior knowledge and content, making artistic productions, multimedia content, and computer programming, knowing how to apply intellectual property rights and user licences.

4. Security: personal protection, data protection, digital identity protection, using security, secure and sustainable use.

5. Troubleshooting: identifying digital needs and resources, taking decisions when choosing the appropriate digital tool depending on the purpose or need, solving conceptual problems through digital media, solving technical problems, using technology creatively, updating one's own competencies and those of others.

Dimensions 1, 2, and 3 are presented as linear, with specific purposes, while dimensions 4 and 5 are transversal, in other words they apply to any type of activity, the last dimension (number 5, «Troubleshooting») is the «transversal [dimension] par excellence» (INTEF, 2017). These are

all shown in Graph 1 along with their associated indicators.

Taking this framework as a basis, we prepared the questionnaire that is validated here in accordance with the proposed classification. It comprises 54 items that measure the five dimensions on two scales that evaluate teachers' knowledge and use of these competencies in their school and classroom. The answers as a group have the purpose of evaluating teachers' digital competencies. And, therefore, the general objective is to analyse the quality of the constructed instrument, on the one hand evaluating its reliability and, on the other, confirming the validity of the proposed theoretical construct.

2. Method

A validation study was performed for the «Teachers' Digital Competencies Questionnaire» (TDC) instrument through an analysis of its reliability and construct validity, convergent validity, and discriminant validity. Cronbach's Alpha measure of internal consistency was used to test the reliability of the tool. This test is the most widely used as it only requires one application of the questionnaire and it assumes that if the questionnaire is intended to measure a particular trait, all the items that comprise it should have this aim. To validate the structure of the theoretical dimensions the test measures, the confirmatory factor analysis technique (CFA) was used, estimating a measurement model comprising observed variables (items) and latent factors (dimensions).

2.1. Sample

This validation study does not require a strict or necessarily random sampling procedure. It does, however, require a sample with wide variance so that if there are relationships between the variables, these are not attenuated by a reduction in the size of the sample. The questionnaire was implemented through an online process using the *formsite28* commercial platform. Teachers from all educational levels were invited through social networks and institutions for training teachers who

perform online activities (INTEF [National Institute of Educational Technologies and Teacher Training], CRIF [Regional Innovation and Training Centre]). The data collection tool was available to interested respondents for approximately two months. The result and composition of the resulting sample by gender, age, and experience of participants is shown in Tables 1 and 2. Other data about the composition of the sample that was available does not appear to be relevant to the results of this study.

TABLE 1. Composition of the sample by gender.

Gender	N	%
Female	276	64.8
Male	150	35.2
Total	426	100.0

Source: Own elaboration.

TABLE 2. Composition of the sample by participants' age and experience in years.

Age	N	%	Experience	N	%
21<30	42	9.9	1-5	72	16.9
31<40	124	29.1	6-10	90	21.1
41<50	151	35.4	11-15	92	21.6
51<60	99	23.2	16-20	74	17.4
61<70	10	2.3	>20	98	23.0
Total	426	100.0	Total	426	100.0

Source: Own elaboration.

2.2. Instrument

The instrument, the first validation of which was performed in this piece of

work, comprises five dimensions that reflect the digital competencies framework proposed by INTEF in January 2017,

the structure of which in dimensions and associated competencies is shown in Graph 1.

It includes fifty-four items distributed over the five dimensions identified. Various sources and the opinions of experts were taken into account when preparing it, in an attempt to saturate each dimension with the smallest possible number of items for reasons of practicality. Each item is answered twice using a seven-point Likert-type scale to indicate the level of «Knowledge» and «Use» of the aspect to which each item refers. For example, the content of item 3 refers to: «Specific channels for selecting teaching videos»; teachers who respond to this item must state their level of knowledge of these channels and must also indicate how much they use this knowledge. It could be said that we are validating two questionnaires: one concerning knowledge of the various elements that comprise teachers' digital competencies and another on their use. The relationship between these two dimensions is analysed below.

To encourage interviewees to focus on the content of each item, and not allow their answers to be influenced by answers to previous items with the same or similar content, the order of presentation of the items was randomised.

2.3. Procedure

Firstly, a reliability study for all of the knowledge and use scales was performed with Cronbach's Alpha index of internal consistency. This was also calculated separately for each of the five dimensions.

This way of studying reliability is the most common and involves correlating the answers to the different items to ensure that they are equivalent and measure in the same direction. The index ranges from 0 to 1. Values above 0.8 are considered to be optimal and a reliability of 0.9 is very good as Nunnally and Bernstein suggest (1994). On this point, the homogeneity of the items from each dimension was also analysed using the item-total correlation and the same authors establish values of 0.3 or higher as indicating a good result.

Secondly, the construct validity was verified using the confirmatory factor analysis technique, specifically by estimating a measurement model for checking the fit of the 54 items in the five theoretical dimensions defined. The knowledge and use scales were analysed separately. This procedure involves determining whether the relationships established between items and factors, defined in the theoretical model, fit the empirical reality that the respondents' answers provide. The different models were defined and estimated using the AMOS 23 software, following a series of steps described below:

a) Imputation of missing cases: Catell (1978) recommends having between 3 and 6 subjects per item included in the analysis, but when the answers omitted exceed 10% of the cases in the sample, a process for estimating the values is recommended (Hair, Black, Babin, and Anderson, 2014). In this case, on the «Knowledge» scale, approximately 43% of the teachers did not answer one or more items,

and 42% on the «Use» scale, therefore, it is necessary to impute these values. Owing to the ordinal nature of the observed variables, these cases have been replaced with the median for each item.

b) Verifying the assumption of multivariate normality: if this requirement is not met, this could affect the fit results. To test it, the multivariate kurtosis index was used with its critical ratio. Values greater than 5 show this lack of multivariate normality (Bentler, 2005). As is explained in the results, it is not possible to assume this case from this data.

c) Estimation of the model through maximum likelihood using re-sampling (bootstrapping). The lack of normality of the data requires an appropriate method for estimating the parameters of the data and this procedure is a good solution (Byrne, 2009). This estimation method extracts subsamples from the original data and estimates the parameters a particular number of times (500 in this case). The final result is not a single value but a complete distribution with mean and variance.

d) Estimating the defined model, the null model, and the saturated model. The first of these reflects the structure of items and dimensions proposed in the work, the second assumes that there is no relationship between the items and, therefore, is considered the worst possible result, and finally, the saturated model is the opposite of the null model and assumes that all possible parameters are significantly distinct from zero; this is a perfect fit model that, therefore,

fully reflects all of the information from the data (Gaviria, Biencito and Navarro, 2009).

e) Checking the fit of the models. Absolute fit indices are used that analyse how the specified model fits the observed data, in other words, whether the underlying theory fits the data from the sample. Firstly, the chi-squared value divided by the degrees of freedom of the model (CMIN/df), where values below 2 are considered very good and values from 3 to 5 are acceptable (Hair et al., 2014). Another index is the root mean square error of approximation (RMSEA) that attempts to verify the fit between the proposed model and hypothetical population data. In this case, values below 0.05 are considered to be very good and between 0.05 and 0.08 acceptable (Byrne, 2009). Incremental fit indices such as the IFI and CFI are also used. These compare the defined model with the null model, and values greater than 0.9 are considered optimal (Hair et al., 2014); finally, statistics are included that evaluate the complexity of the model, such as PRatio (values above 0.9), and the appropriateness of the sample size, such as Hoelter (above 200).

f) Finally, the standardised residuals and the modification index are studied to try to improve the defined model.

As an additional analysis to validate the construct, the convergent and discriminant validity of the proposed model are also considered. The former analyses the variance that the items that comprise a

dimension have in common. To do so, the factor loads are analysed (standardised latent regression coefficients). These must exceed values of 0.5. The reliability of the construct which is estimated is also calculated based on the factor loads and the error variance for each of the estimated dimensions; values above 0.7 indicate a good convergent validity. The second type of validity –discriminant– analyses whether one dimension is really different from the other. This is tested based on the comparison of different models with the defined one. These alternative models are defined starting from all possible combinations among the five dimensions, from a model with a single dimension, up to the combination of two factors or groups of three or four. Once estimated, the chi-squared test is used to analyse whether they differ significantly from the starting model.

3. Results

The results for the reliability of the scale and the homogeneity of the items are presented first, then the results referring to construct validity are described, including analyses of convergent and discriminant validity.

3.1. Reliability and homogeneity

The reliability results given by Cronbach's Alpha easily fulfil the criterion proposed by Nunnally and Bernstein (1994), both for the five dimensions and for the total of the knowledge and use scales. In all cases (Table 3), the values exceed the optimal standard of 0.8. The reliability indices obtained vary between 0.89 and 0.98 on the «Knowledge» scale and between 0.87 and 0.98 on the «Use» scale. Therefore, the internal consistency of the scales and the dimensions that comprise them can be confirmed.

TABLE 3. Reliability indices (Cronbach's Alpha) of the dimensions of the knowledge and use scales.

Dimension	Knowledge scale	Use scale
Information and communication	0.906	0.874
Communication and collaboration	0.892	0.877
Digital creation	0.944	0.930
Security	0.908	0.884
Troubleshooting	0.942	0.925
Scale total	0.984	0.979

Source: Own elaboration.

If we focus on the homogeneity indices of the items that comprise part of the 5 dimensions, it is apparent that in all

cases they are greater than 0.3 (Table 4). On the «Knowledge» scale the item-total correlation values vary from 0.48 for I3

of the Communication and Collaboration dimension, up to values above 0.8 for I31 and I42 of the Troubleshooting dimension.

On the «Use» scale, the results are slightly lower, nonetheless, they are still located within the acceptable margins.

TABLE 4. Homogeneity indices of the items for each dimension of teachers' digital competence on the knowledge and use scales.

		Knowledge scale	Use scale
Dimension	Items	Corrected item-total correlation	
Information and communication	I1	0.700	0.581
	I24	0.744	0.707
	I18	0.644	0.582
	I20	0.741	0.665
	I44	0.748	0.708
	I11	0.69	0.621
	I36	0.621	0.522
	I6	0.755	0.673
Communication and collaboration	I10	0.731	0.630
	I3	0.480	0.545
	I8	0.491	0.388
	I54	0.746	0.682
	I17	0.651	0.595
	I33	0.726	0.692
	I35	0.699	0.665
	I15	0.736	0.685
	I23	0.669	0.700
Digital creation	I37	0.755	0.703
	I47	0.749	0.714
	I16	0.684	0.644
	I50	0.781	0.72
	I30	0.746	0.649
	I28	0.684	0.669
	I12	0.705	0.663
	I51	0.720	0.705

		Knowledge scale	Use scale
Dimension	Items	Corrected item-total correlation	
Digital creation	I19	0.646	0.561
	I7	0.511	0.405
	I2	0.623	0.587
	I52	0.755	0.674
	I49	0.759	0.728
	I34	0.776	0.74
	I38	0.636	0.573
	I22	0.696	0.703
Security	I29	0.711	0.641
	I39	0.753	0.718
	I5	0.695	0.615
	I27	0.718	0.695
	I43	0.716	0.684
	I53	0.682	0.623
	I32	0.728	0.696
	I13	0.510	0.451
	I46	0.684	0.593
Troubleshooting	I26	0.682	0.635
	I9	0.735	0.684
Troubleshooting	I41	0.728	0.62
	I4	0.651	0.547
	I45	0.745	0.721
	I14	0.603	0.513
	I48	0.693	0.67
Troubleshooting	I42	0.820	0.786
	I25	0.751	0.674
	I40	0.793	0.785
	I31	0.844	0.786
	I21	0.776	0.768

Source: Own elaboration.

As can be seen in Table 5, most of the items have homogeneity indices above 0.7, on both scales in over 50% of cases. And there are only 2 and 3 items on the «Knowledge» and «Use» scales respectively with a homogeneity lower than 0.5, but without it falling below the recommended value of 0.3.

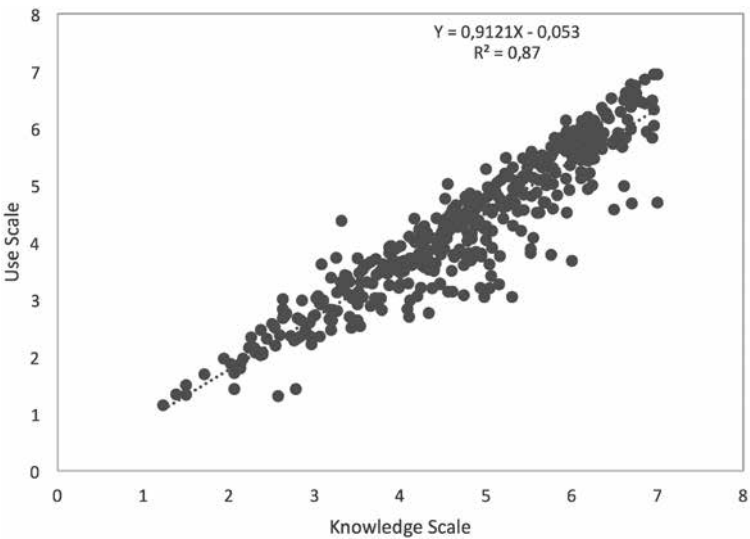
TABLE 5. Homogeneity indices for the items for the knowledge and use scales by ranges indicated.

Scale	Knowledge		Use	
Homogeneity intervals	N	%	N	%
< 0.50	2	3.7	3	5.6
0.51 – 0.69	21	38.9	23	42.6
> 0.70	31	57.4	28	51.8

Source: Own elaboration.

Finally, to analyse the relationship between the answers on the Knowledge and Use scales, a scatter plot was prepared showing the total scores for the teachers from the sample (Graph 2).

GRAPH 2. Relationship between the total «Knowledge» and «Use» scales of teachers' digital competencies.



Source: Own elaboration.

In Graph 2 the positive relationship between both scales can be seen. These share 87% of their variance. Teachers who report greater knowledge of digital competencies also report greater use. Although it can also be seen that this is not always the case and greater knowledge does not imply more use; these cases are represented by the points located below the regression line.

This structure of items and dimensions observed in the homogeneity analysis is the proposed model we are trying to validate through confirmatory factor analysis. The results obtained are described below.

3.2. Construct validity

The proposed model for validation comprises 54 observed variables (items) that are also considered to be endogenous

(dependent) and their associated errors, 5 latent dimensions (Information and Communication, Communication and Collaboration, Digital Creation, Security, and Troubleshooting) that are also regarded as exogenous (independent). The model allows for correlation between the 5 factors (a total of 10 correlations). To identify the model, the variances of the dimensions are set at 1 and a total of 118 parameters are estimated (54 regression weights, 54 error variances, and 10 correlations). The process is the same for both scales (Knowledge and Use).

The multivariate normality analysis determines that the data does not fulfil this assumption (critical ratio values associated with kurtosis above 5) and, consequently, the normal estimation of maximum likelihood procedure might alter the fit indices. Consequently, a bootstrap estimation process was used.

TABLE 6. Multivariate normality indices of the scales.

Scale	Kurtosis	Critical ratio
Knowledge	691.029	91.699
Use	478.157	63.451

Source: Own elaboration.

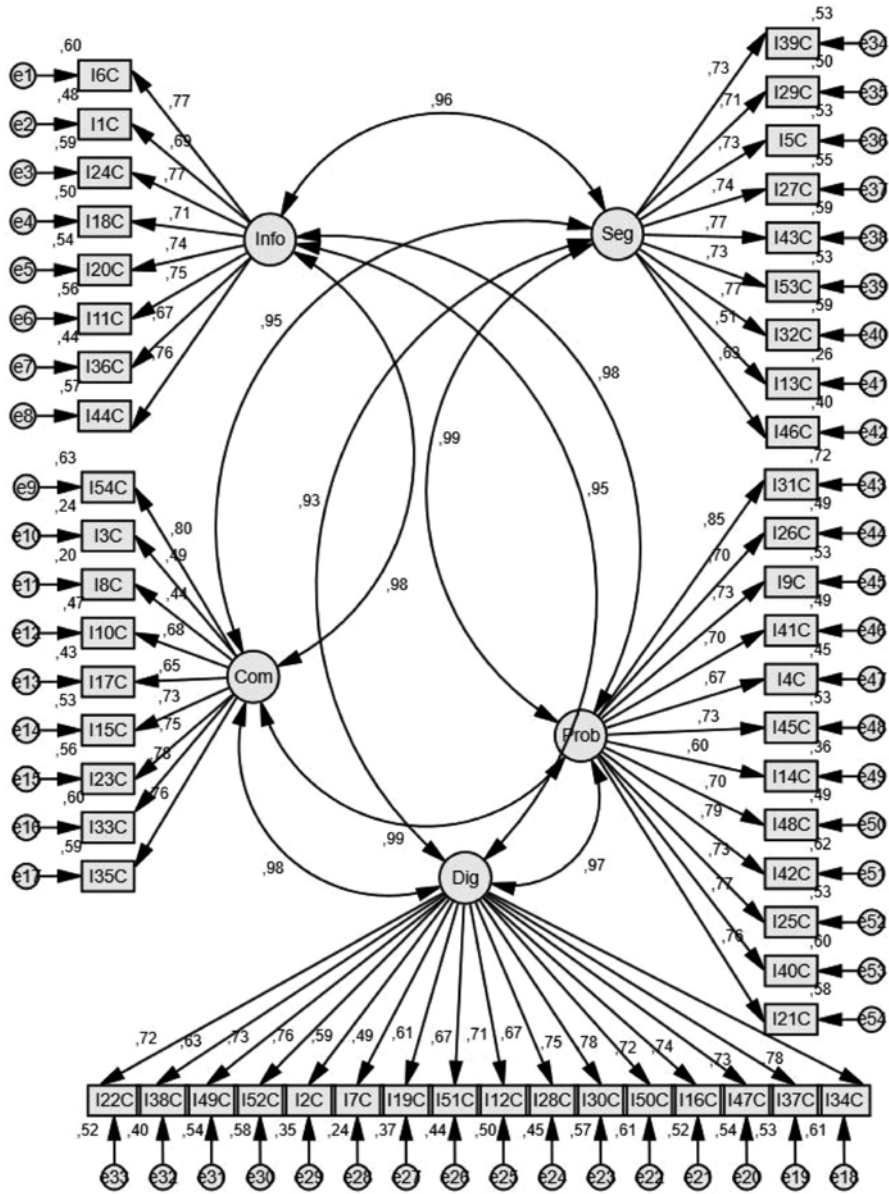
Once the models were estimated, as a summary, Graphs 3 and 4 show the values for the estimated parameters in the Knowledge and Use scales respectively. The regression weights and the error variances and correlations are statistically significant. And, as can be seen in the figures, these standardised regression weights or factor loads of the items with

the dimension are mostly above 0.5. In the case of the Knowledge scale there are only 3 weights that do not reach this value, I3 and I8 on the Communication and Collaboration dimension and I7 on the Digital Creation dimension. On the Use scale they are I8 and I7, along with I32 from the Security Dimension.

The data also shows high correlations between dimensions, something that could suggest a model with a single overall dimension or combining some of the

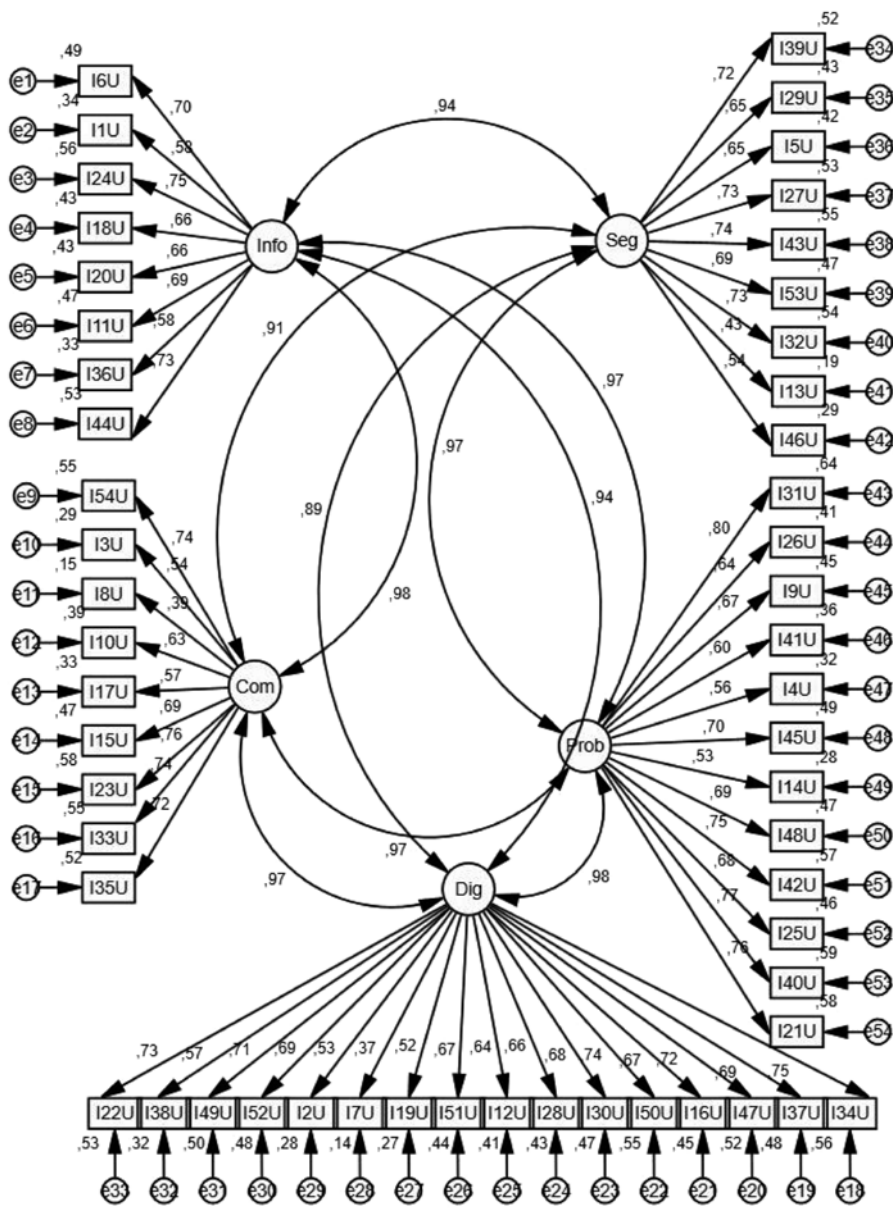
dimensions. And, as study of the modification indices (MI) has shown, a fit of the factorial structure is pertinent.

GRAPH 3. Model of the standardised estimated «Knowledge» scale parameters.



Source: Own elaboration.

GRAPH 4. Model of the standardised estimated «Use» scale parameters.



Source: Own elaboration.

The overall fit results for both scales show acceptable results, with values close to 3 for the normalised chi-squared index and values below 0.08 in RMSEA, as shown in Table 7. In the case of the root

mean square error of approximation, the confidence intervals are also below the cut-off point established for accepting the model. And, as can be seen, the results of the defined model obtain better indices

of fit than the null model. Nonetheless, the incremental fit indices (IFI and CFI) and index of suitability of the sample size (Hoelter) do not indicate such a good fit of the model, with values below 0.9 and 200 respectively (see Table 7).

TABLE 7. Overall and incremental fit indices, parsimony and sample suitability.

	Knowledge scale			Use scale		
	Null	Initial	Final	Null	Initial	Final
CMIN/DF	13.261	3.390	2.259	11.204	3.203	2.201
RMSEA	.170	.075	.054	.155	.072	.053
RMSEA LO 90	.168	.073	.052	.153	.70	.051
RMSEA HI 90	.172	.077	.057	.157	.074	.056
IFI	0	.814	.907	0	.795	.892
CFI	0	.814	.906	0	.794	.892
PRatio	1	.955	.916	1	.955	.922
Hoelter .05	35	134	201	41	142	206
Hoelter .01	35	137	20	42	145	212

Source: Own elaboration.

Consequently, the modification indices (MI) were analysed, finding covariances between the estimation errors of some items and also reciprocal causation between them, something that could indicate the existence of sub-dimensions within the general factors or from combining some of these dimensions. As a result of this analysis and of the study of the residual covariance matrix and the theoretical starting referent, the decision was taken to modify the starting model by adding a sub-dimension of Cloud Storage (I4, I5, and I11) linked to the Information and Communication factor; two sub-dimensions associated with the Digital Creation factor, one relating to Projects in the School (I3, I7, I8, I9, and I45) and another with Evaluation (I25, I37, and I25); also

the Security and Troubleshooting factors were combined, with this new factor being added to the Maintenance sub-dimension (I26, I27, I29, I36, I38, and I41).

In this reorganisation, 8 items change factor: I3 and I8 move from the Communication and Collaboration factor to the Projects in the School sub-dimension of the Digital Creation factor. Item I9, which was part of the Information and Communication factor, also moves into this sub-dimension. Item 25 which was in the Troubleshooting factor becomes part of the Evaluation sub-dimension within the Digital Creation factor. I36, which formed part of the Information and Communication factor, moves to the Maintenance sub-dimension of the new Troubleshooting

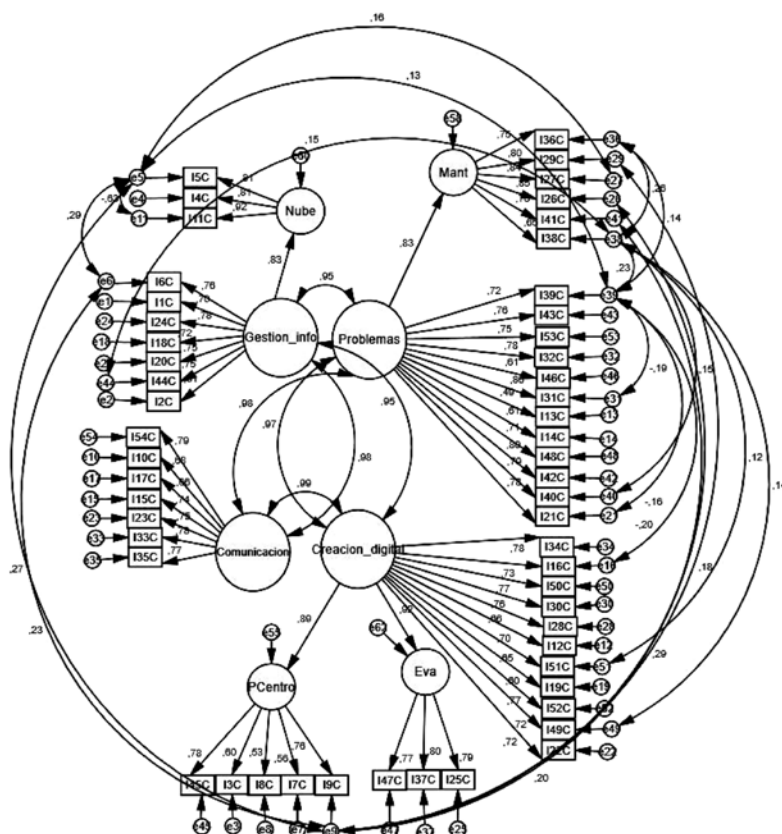
factor. Items I4 and I5 from the Troubleshooting and Security factors respectively move to the sub-dimension of Cloud Storage from the Information and Communication factor. And, finally, I2 moves from the Digital Creation factor to the Information and Communication factor.

This analysis of the MI also showed the relationship between the residuals of four items (I5, I9, I38, and I39) and a group of items from other dimensions. It appears that these questions are transversally related to the others and so correlations

between these errors are included in the new model.

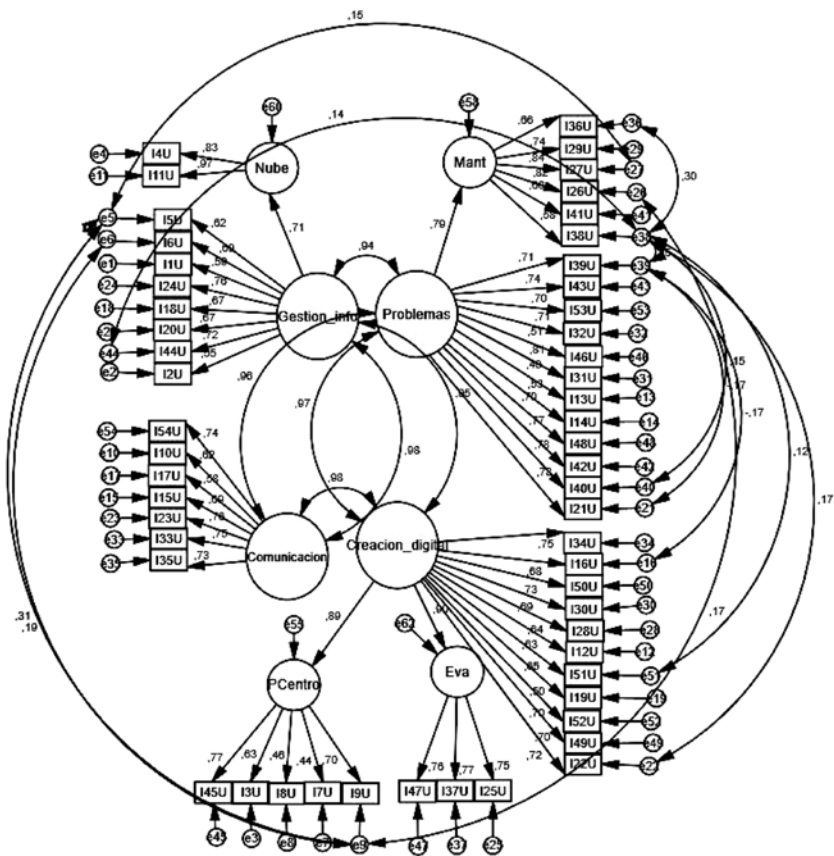
The difference between the factorial structures of the «Knowledge» and «Use» scales is located in I5, which, although it belongs to the same general dimension of Information and Communication, is not located in the new Cloud Storage sub-dimension. The correlations between the errors for I41 and I9, I29 and I9, I11 and I5, I39 and I5, I39 and I36, and I39 and I21 were not significant in the «Use» scale and were, therefore, rejected in the final model (see Graphs 5 and 6).

GRAPH 5. Final model of the standardised estimated «Knowledge» scale parameters.



Source: Own elaboration.

GRAPH 6. Final model of the standardised estimated «Use» scale parameters.



Source: Own elaboration.

Summaries of the modification indices used for performing the re-specification of the factor structure are included (Tables 8 and 9).

TABLE 8. Modification indices of the covariances between errors of the items from the sub-dimensions.

Sub-Dimension	Covariance		Knowledge		Use	
			M.I.	Par Change	M.I.	Par Change
Cloud Storage	e11	<--> e4	137.995	0.627	201.487	1.359
	e5	<--> e4	50.601	0.44		
	e11	<--> e5	21.739	0.264		

				Knowledge		Use	
Sub-Dimension	Covariance			M.I.	Par Change	M.I.	Par Change
Maintenance	e27	<-->	e26	130.666	0.957	115.764	1.185
	e29	<-->	e26	78.315	0.825	51.427	0.861
	e36	<-->	e38	66.572	0.872	69.63	0.964
	e36	<-->	e27	48.11	0.589	41.608	0.64
	e36	<-->	e26	44.98	0.627	32.896	0.652
	e29	<-->	e27	36.381	0.511	43.546	0.69
	e26	<-->	e41	30.948	0.459	30.799	0.632
	e29	<-->	e41	29.919	0.457	32.196	0.615
	e38	<-->	e41	23.93	0.462	12.145	0.403
	e27	<-->	e41	22.987	0.36	14.192	0.374
	e36	<-->	e41	22.641	0.398	12.321	0.36
	e38	<-->	e26	17.592	0.442	18.44	0.551
	e36	<-->	e29	17.881	0.4	4.003	0.216
	e38	<-->	e29	6.752	0.277		
	e38	<-->	e27	10.847	0.315	6.075	0.276
Projects in School	e3	<-->	e8	38.371	0.713	14.198	0.52
	e9	<-->	e45			28.802	0.58
	e3	<-->	e45	21.002	0.451	21.338	0.155
	e7	<-->	e45	4.328	0.064	6.058	0.124
	e3	<-->	e7	12.249	0.475	11.718	0.531
	e3	<-->	e9	20.218	0.42	8.968	0.331
	e8	<-->	e7	14.701	0.476	4.499	0.273
	e8	<-->	e9	27.341	0.447	16.799	0.471
	e8	<-->	e45	4.133	0.183	5.356	0.26
Evaluation	e37	<-->	e25	40.223	0.471	34.904	0.578
	e37	<-->	e47	18.123	0.358	18.168	0.418
Sub-dimension Maintenance	e36	<-->	e29	17.881	0.4	4.003	0.216
	e36	<-->	e38	66.572	0.872	69.63	0.964
	e36	<-->	e26	44.98	0.627	32.896	0.652
	e36	<-->	e27	48.11	0.589	41.608	0.64
	e36	<-->	e41	22.641	0.398	12.321	0.36
	e29	<-->	e26	78.315	0.825	51.427	0.861

Sub-Dimension	Covariance			Knowledge		Use	
				M.I.	Par Change	M.I.	Par Change
Sub-dimension Maintenance	e29	<-->	e41	29.919	0.457	32.196	0.615
	e29	<-->	e27	36.381	0.511	43.546	0.69
	e38	<-->	e29	6.752	0.277		
	e27	<-->	e26	130.666	0.957	115.764	1.185
	e38	<-->	e27	10.847	0.315	6.075	0.276
	e27	<-->	e41	22.987	0.36	14.192	0.374
	e38	<-->	e26	17.592	0.442	18.44	0.551
	e26	<-->	e41	30.948	0.459	19.348	0.19
	e38	<-->	e41	23.93	0.462	12.145	0.403

Source: Own elaboration.

TABLE 9. Modification indices of the covariances between errors for transversal items.

Covariance			Knowledge		Use	
			MI	Par Change	MI	Par Change
e41	<-->	e9	4.047	0.136		
e26	<-->	e9	14.234	0.248	14.015	0.336
e29	<-->	e9	6.423	0.187		
e5	<-->	e9	18.4	0.289	38.633	0.597
e6	<-->	e9	17.023	0.28	11.151	0.311
e6	<-->	e5	23.584	0.313	21.649	0.435
e11	<-->	e5	13.509	-0.169		
e27	<-->	e5	12.728	0.215	10.736	0.274
e39	<-->	e5	10.288	0.241		
e36	<-->	e38	27.316	0.473	41.393	0.672
e44	<-->	e38	12.658	0.326	8.566	0.296
e49	<-->	e38	9.192	0.328	5.926	0.261
e51	<-->	e38	9.806	0.337	6.085	0.271
e40	<-->	e38	7.951	0.241	4.29	0.198
e39	<-->	e38	25.902	0.503	7.296	0.297
e39	<-->	e16	18.356	-0.243	13.809	-0.281

			Knowledge		Use	
Covariance			MI	Par Change	MI	Par Change
e39	<-->	e36	6.589	0.209		
e39	<-->	e31	12.473	-0.218		
e39	<-->	e21	14.714	-0.277	11.743	-0.287

Source: Own elaboration.

To complete the construct validity study, the convergent and discriminant validity results are presented. In the case of convergent validity, as noted above, this is the analysis of the parameters of the model. Most of the factor loads are above the acceptable value of 0.5 (except

I13 in «Knowledge» and I8, I7, and I13 in «Use») and many exceed the optimum value of 0.7. However, another indicator of this type of validity is the construct reliability calculated based on these regression weights and, as is shown in Table 10, in all cases it approaches values of 0.9.

TABLE 10. Construct reliability for convergent validity.

Dimension	Knowledge scale		Use scale	
	Construct reliability			
	Initial	Final	Initial	Final
Managing Information	0.903	0.906	0.866	0.877
Communication and Collaboration	0.887	0.891	0.867	0.867
Digital Creation	0.937	0.941	0.921	0.929
Troubleshooting	0.932	0.938	0.912	0.922
Security	0.900		0.873	

Source: Own elaboration.

To study the discriminant validity (Table 11), the final defined model of 4 dimensions is compared with 10 alternative models that test all of the possible combinations of connection between the proposed factors. The first one considers a single dimension, setting all of the correlations at 1, before trying combinations of pairs of

dimensions setting the correlation at 1 between them both and also groups of three. The results indicate that on the «Use» scale the defined model differs significantly from the others, with the exception of the model that combines the Communication and Collaboration factor with Digital creation. On the «Knowledge» scale, there are no

differences with the alternative model that combines the Troubleshooting-Security dimensions with Communication and Collaboration, nor are there any with the model that combines Communication and

Collaboration with Digital Creation. Nonetheless, it has been shown that the overall fit does not improve with any of the alternative models mentioned.

TABLE 11. Significant differences between the defined model and the alternatives for discriminant validity.

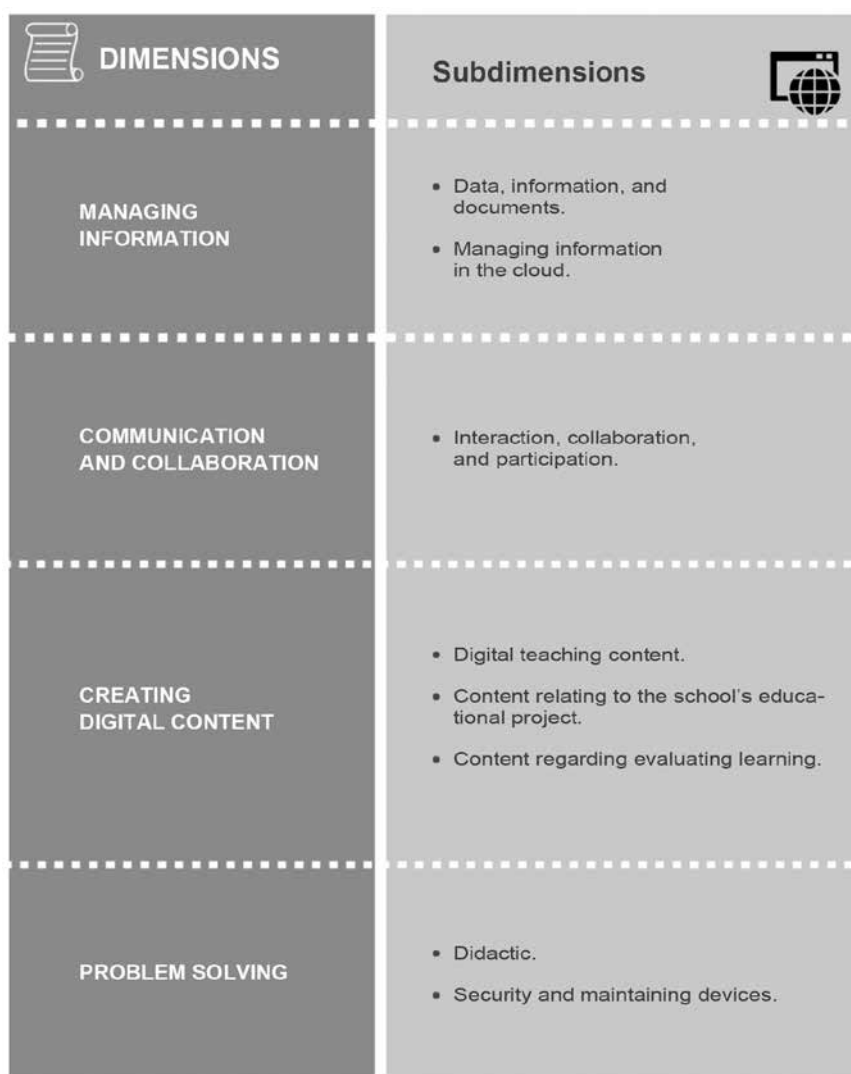
Model	gl	Knowledge scale		Use scale	
		CMIN	P	CMIN	P
Info/Prob/Com/Dig	6	54.01	0	57,224	0
Info/Prob	1	32.817	0	36,954,232	0
Info/Com	1	5.545	0.019	5,105	0.024
Info/Dig	1	31.219	0	21,249	0
Prob/Com	1	2.367	0.124	14,375	0
Prob/Dig	1	20.494	0	19,044	0
Com/Dig	1	0.653	0.419	3,342	0.068
Info/ProbCom	3	33.221	0	45,507	0
Info/ProbDig	3	53.475	0	50,176	0
Prob/Com/Dig	3	21.09	0	28,117	0

Source: Own elaboration.

In summary, the initial five-dimension model has reasonably good fit and displays overall fit indices that are acceptable but could be improved. Nonetheless, the incremental fit and sample appropriateness indices suggest changes should be made. After making the modifications, the new structure comprises four dimensions or general factors («Man-

aging information», «Communication and Collaboration», «Problems and Security», and «Creating Digital Content») and four sub-dimensions («Cloud Storage», «Security and Maintenance», «Projects in the School» and «Evaluation»). The resulting overview Table is shown in Graph 7, thus improving, the model proposed by INTEF (2017) and shown in Graph 1.

GRAPH 7. Improved structure of teachers' digital competence.



Source: Own elaboration.

The convergent validity is also confirmed, although the high correlations between factors might affect the discriminant validity. None of the alternative models that combines the different dimensions improves the fit indices.

4. Discussion and conclusions

Any validation process is always an unfinished process. Dividing validity into types, as the APA rules suggest, could lead to confusion as people might think that testing one type of validity is enough to validate a test or questionnaire. Testing one type of validity is not enough to

decide that a test is valid (see Messick 1980). It is important to bear in mind that validity refers to the validity of the inferences, not the test itself. As the third version of the APA states (1986), validity refers to the appropriate use of the inferences drawn from the scores from a test or some other form of evaluation.

Construct validity is understood as the concept that best integrates the different types of validity. In effect, a construct is understood as a concept that represents a quality or attribute of the subjects that can be more or less abstract in nature and that is supposedly represented in the scores for a given instrument, something for which Cattell (1964) prefers the term concept since, in his opinion, this better combines the theoretical conceptualisation with pure psychometry (although his idea has not prevailed). It is, in any case, a matter of untangling the trait or construct underlying the variance of the scores for an instrument. Studying this type of validity requires proof, experimental evidence, and so it accepts gradations and is not restricted to an index or coefficient. This is a complex process that requires numerous studies, and in a way, is always unfinished, as Nunnally (1978) and Cronbach (1971) note. Furthermore, quantitative data is insufficient, and a solid logical rationale is required to complement it. As Messick notes (1980), the data and the reasoning harmonise and integrate in a given interpretation.

In this work, sufficient proof is provided, albeit always incomplete, to consider the educational applications of the instrument developed for evaluating teachers' digital competencies, although the authors plan to continue analysing more data with larger samples.

The quality of the tool has, therefore, been proven by obtaining high reliability indices and confirming the validity of the theoretical construct it measures. Nonetheless, the fit values produced by the confirmatory factor analysis, while acceptable, could be improved. This has led us to propose some modifications to the initial model, something that has enabled us to refine the structure and achieve better levels of fit. New studies will allow us to verify whether this modified structure is plausible over time and with different samples to the one used in this preliminary study.

In any case, this is a practical instrument that is intended to facilitate analysis of the position regarding knowledge and use of certain digital strategies by teachers, so that training pathways can be offered based on the results that are appropriate and are personalised. The results presented here suggest that the use of this instrument is feasible given its appropriate metric characteristics that will be the object of new studies with larger samples in the future since, as stated above, validating an instrument is an always-unfinished process.

ANNEXE. Validated Teachers' Digital Competence Questionnaire.

Please note this questionnaire has been validated for its use in Spain. In the event that this questionnaire is to be used outside of Spain, this should be validated accordingly.

Order	Item no.	DIMENSION
Computer information and literacy		
1	1	Internet browsing strategies (e.g.: searches, filters, using operators, specific commands, using search operators, etc.).
24	2	Strategies for searching for information in different media or formats (text, video, etc.) to find and select information.
18	3	Specific channels for selecting teaching videos.
20	4	Rules or criteria for critically evaluating the content of a website (updates, citations, sources).
44	5	Criteria for evaluating the reliability of the sources of information, data, digital content, etc.
11	6	Tools for storing and managing shared files and content (e.g.: Drive, Box, Dropbox, Office 365, etc.).
36	7	Tools for recovering files that are deleted, damaged, inaccessible, have formatting errors, etc.
6	8	Strategies for managing information (using tags, recovering information, classification, etc.).
Communication and collaboration		
10	9	Online communication tools: forums, instant messaging, chats, video conferencing, etc.
3	10	Projects in my school relating to digital technology.
8	11	Software available in my school (e.g.: marks, attendance, communication with families, content, evaluating tasks, etc.).
54	12	Spaces for sharing files, images, work, etc.
17	13	Social networks, learning communities, etc. for sharing educational information and content (e.g.: Facebook, twitter, google+ or others).
33	14	Other people's educational experiences or research that might provide me with content or strategies.
35	15	Shared and collaborative learning tools (e.g.: blogs, wikis, specific platform such as Edmodo or others).
15	16	Basic rules for behaviour and etiquette in internet communication in the educational context.
23	17	Ways of managing digital identities in the educational context.

Construct validation of a questionnaire to measure teachers' digital competence ...

Order	Item no.	DIMENSION
Creating digital content		
37	18	Herramientas para elaborar pruebas de evaluación.
47	19	Herramientas para elaborar rúbricas.
16	20	Herramientas para crear presentaciones.
50	21	Herramientas para la creación de videos didácticos.
30	22	Tools to facilitate learning such as infographics, interactive graphs, concept mapping, time lines, etc.
28	23	Tools for producing QR codes (Quick Response).
12	24	Tools for creating voice recordings (podcasts).
51	25	Tools that help gamify learning.
19	26	Tools for content based on augmented reality.
7	27	The interactive whiteboard software in my centre.
2	28	Open educational resources (OERs).
52	29	Tools for reworking or enriching content in different formats (e.g.: texts, tables, audio, images, videos, etc.).
49	30	Different types of licences for publishing my content (copyright, copy-left, and creative commons).
34	31	Sources for finding rules concerning copyright and licences.
38	32	The basic logic of programming, compressing the structure, and basic modification of digital devices and their set-up.
22	33	The potential of ICT for planning and creating new products.
SECURITY		
29	34	Protecting devices against threats from viruses, malware, etc.
39	35	Protecting information relating to people from your immediate surroundings (colleagues, students, etc.).
5	36	Systems for protecting devices and documents (access control, privileges, passwords, etc.).
27	37	Ways of eliminating data/information for which you are responsible about yourself or third parties.
43	38	Ways of controlling use of technology when it becomes a distraction.
53	39	How to maintain a balanced attitude in use of technology.
32	40	Rules about the responsible and healthy use of digital technologies.
13	41	Recycling points to reduce the environmental impact of technological waste on the environment (unused devices, mobile phones, printer toner, batteries, etc.).

Order	Item no.	DIMENSION
Troubleshooting		
46	42	Basic energy saving measures.
26	43	Basic computer maintenance tasks to avoid possible operational problems (e.g.: updates, cleaning cache or disc, etc.).
Troubleshooting (cont.)		
9	44	Basic solutions for technical problems resulting from the use of digital devices in class.
41	45	The compatibility of peripherals (microphones, headphones, printers, etc.) and connectivity requirements.
4	46	Solutions for management and storage in the «cloud», sharing files, granting access privileges, etc. (e.g.: Drive, OneDrive, Dropbox and others).
45	47	Digital resources adapted to the educational centre's project.
14	48	Tools that help respond to diversity in the classroom.
48	49	Ways of solving problems among peers.
42	50	Options for combining digital and non-digital technology to find solutions.
25	51	Tools for carrying out the evaluation, mentoring, or monitoring of students.
40	52	Creative didactic activities for developing students' digital competency.
31	53	Ways to update myself and include new devices, apps, and tools.
21	54	Spaces for me to train and update my digital competencies.

Source: Own elaboration.

References

- Álvarez Rojo, V. (2010). *Evaluación de competencias en la Universidad. Material del curso «Evaluación de competencias en el proceso de enseñanza aprendizaje»*. Secretariado de Formación y Apoyo a la Calidad, Universidad de Granada.
- American Psychological Association (1986). Standards for Educational and Psychological Testing: Six Reviews. *Journal of Educational Measurement*, 23, 83-98.
- Bentler, P. M. (2005). *EQS 6 Structural equations program manual*. Encino: Multivariate Software.
- Byrne, B. M (2009). *Structural Equation Modeling with AMOS*, 2nd Ed. New York: Routledge.
- Cardona, A. J. (2008). *Formación y desarrollo profesional del docente en la sociedad del conocimiento*. Madrid: Ed. Universitas.
- Catell, R. B. (1964). Validity and reliability: a proposed more basic set of concepts. *Journal of Educational Psychology*, 55, 1-22.

- Cattell, R. B. (1978). *The scientific use of factor analysis*. New York: Plenum.
- Cope, C.H. and Ward, P. (2002). Integrating learning technology into classrooms: The importance of teachers' perceptions. *Educational Technology & Society*, 5 (1), 67-74.
- Cronbach, L. J. (1971). Test validation. In R. L. Thorndike (Ed.), *Educational Measurement*, 2nd Ed., (p. 143). Washington: American Council on Education.
- Cuban, L. (2001). *Oversold and underused: Computers in the classroom*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Davis, N., Preston, C. and Sahin, I. (2009). ICT teacher training: Evidence for multilevel evaluation from a national initiative. *British Journal of Educational Technology*, 40 (1), 35-48.
- European Commission (2001). *Basic indicators on the incorporation of ITC into European Education Systems: 2000-01 Annual Report*. Bruselas: Eurydice.
- European Commission (2009). *Marco estratégico Educación y Formación 2020 (ET2020)*. Eurydice España. Retrieved from <http://www.mecd.gob.es/educacion-mecd/mc/redie-eurydice/prioridades-europeas/et2020.html>
- European Commission (2016). *Education and training. Monitor 2016. Portugal*. Retrieved from https://ec.europa.eu/education/sites/education/files/monitor2016-pt_en.pdf
- European Parliament and Council (2006). *Recommendation of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 on key competences for lifelong learning*. Official Journal of the European Union.
- Ferrari, A. (2013). *DIGCOMP: A Framework for Developing and Understanding Digital Competence in Europe*. Sevilla: European Commission. Joint Research Centre. Institute for Prospective Technological Studies.
- Fullan, M. and Donnelly, K. (2013). *Alive in the Swamp: assessing digital innovations in education*. London: Nesta.
- Gallego, M. J., Gámiz, V. and Gutiérrez, E. (2010). El futuro docente ante las competencias en el uso de las tecnologías de la información y comunicación para enseñar. *EDUTEC, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 34.
- Gaviria, J. L., Biencinto, M. C. and Navarro, E. (2009). Invarianza de la estructura de covarianzas de las medidas de rendimiento académico en estudios longitudinales en la transición de educación primaria a secundaria. *Revista de educación*, 348, 153-173.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J. and Anderson, R. E. (2014). *Multivariate Data Analysis* (7th Ed.). Essex: Pearson.
- INTEF (2017). *Marco de Competencia Digital*. Madrid: Ministerio de Educación, Ciencia y Deportes.
- Koehler, M. J., Mishra, P. and Cain, W. (2013). What Is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)? *Journal of Education*, 193 (3), 13-19.
- Mesick, S. (1980). Test Validity and the Ethics of Assessment. *American Psychologist*, 35, 1012-1027.
- Nunnally, J. C. (1978). *Psychometric theory* (2nd Ed.). New York: McGraw-Hill.
- Nunnally, J. C. and Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric Theory* (3rd Ed.). Nueva York: McGraw-Hill.
- OECD (2003). *Education at a glance. OECD INDICATORS 2003*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Sangrá, A. and González-Sanmamed, M. (2004). *La transformación de las universidades a través de las TIC: Discursos y prácticas*. Barcelona: Ediuoc.
- Solmon L. C. and Wiederhorn J. A. (2000). *Progress of technology in the school: 1999. Report on 27 states*. Santa Monica, CA: Milken Family Foundation.
- Tondeur, J., Valcke, M. and Van Braak, J. (2008). A multidimensional approach to deter-

minants of computer use in primary education: Teacher and school characteristics. *Journal of Computer Assisted Learning*, 24 (6), 494-506.

Tourón, J. (2016). *TPACK: un modelo para los profesores de hoy. Educación, Tecnología y Talento*. Retrieved from <http://www.javiertouron.es/2016/05/tpack-un-modelo-para-los-profesores-de.html> (Consulted on July 18, 2017).

UNESCO (2002). *Information and communication technology. A curriculum for schools and programme of teacher development*. Paris: UNESCO.

UNESCO (2003). *Communiqué of the ministerial roundtable on 'Towards Knowledge Societies'*. Paris: UNESCO.

UNESCO (2008). *ICT competency standards for teachers: Competency standards modules*. Paris: UNESCO.

Windschitl, M. and Sahl, K. (2002). Tracing teachers' use of technology in a laptop computer school: The interplay of teacher beliefs, social dynamics, and institutional culture. *American Educational Research Journal*, 39 (1), 165-205.

Authors' biographies

Javier Tourón is a professor and the vice-rector for Innovation and Educational Development at the Universidad Internacional de La Rioja (UNIR). Past-President of the European Council for High Ability (2000-2004) and a member of the National Advisory Board of the Center for Talented Youth (CTY) at Johns Hopkins University (2003-2011). His research focuses on high ability and talent development; educational evaluation and educational technology.

Deborah Martin is a lecturer at the Universidad Internacional de La Rioja

(UNIR). She was awarded her PhD in Education by the Complutense University of Madrid. She is Forensic and Criminology Psychologist. She is a member of the Adaptive Pedagogy research group at the Complutense, and the Flipped Mastery Learning in Online Settings and Secondary Evaluation and Analysis of the Educational System research groups at the Universidad Internacional de La Rioja (UNIR).

Enrique Navarro Asencio is an assistant professor at the Complutense University of Madrid (UCM). He was awarded his PhD in Pedagogy by the Complutense in 2013, and received the special PhD prize. His work relates to psychometry and evaluating academic performance and associated factors.

Silvia Pradas is a lecturer and the director of the Master's in Neuropsychology and Education, and of the Master's in Educational Technology and Digital Competencies at the Universidad Internacional de La Rioja (UNIR). Her PhD in Educational Sciences was awarded by Camilo José Cela University (UCJC). Her research focusses on neuropsychology and technology applied to education.

Victoria Iñigo is an assistant professor at the Universidad Internacional de La Rioja (UNIR) and is the director of the Master's in Teacher Training in the Faculty of Education at the UNIR. Her PhD is from the University of La Rioja, her current research focuses on training teachers in digital competencies and flipped classroom.

Table of Contents

Sumario

José Antonio Ibáñez-Martín

75 years at the service of education

David Menéndez Álvarez-Hevia

A critical approach to Emotional Intelligence as a dominant discourse in the field of education

Javier Tourón, Deborah Martín,

**Enrique Navarro Asencio, Silvia Pradas
and Victoria Íñigo**

Construct validation of a questionnaire to measure teachers' digital competence (TDC)

Jordi Longás Mayayo, Elena Carrillo Álvarez,

Albert Fornieles Deu and Jordi Riera i Romani

Development and validation of a questionnaire about determinants of academic success in secondary school students

Carmen Caro Samada, Josu Ahedo Ruiz

and Francisco Esteban Bara

Kohlberg's moral education proposal and its legacy at university: present and future

Jaume Camps Bansell and

Elisabeth Vierheller

Single-sex schools in Spain: A qualitative analysis of the reasoning and perceptions of their principals

Pilar Martínez Clares and

Cristina González Lorente

Career guidance, employability, and entering the workforce at university through a structural equation model

Olga Duarte Piña

Teaching history: innovation and continuity since Rafael Altamira

Josefina Sánchez Rodríguez,

Talia Cristina Morillo Lesme and

Concepción Riera Quintana

Evaluating the affective needs of adopted children: demonstrations of psychomotor expressiveness

101

119

141

157

Book reviews

Martínez, M., Esteban, F., Jover, G.

and Payá, M. *La educación, en teoría*

[Education in theory] (Juan Luis Fuentes).

Sarramona, J. *Conservadores e izquierdistas frente a la educación* [Conservatives and leftists regarding education] (José Antonio Jordán).

Buxarrais, M. R. and Burget, M. (Coord.)

Aprender a ser. Por una pedagogía de la interioridad [Learning to be. For a pedagogy

of interiority] (Gema Pilar Sáez Suanes).

Musaio, M. *Realizzo me stesso. Educare i giovani alla ricerca delle possibilità*

[Self-realisation: Educating young people in exploring their possibilities]

(Carmen Urpí Guercia). **Pérez-Pérez, C.**

Educación en valores para la ciudadanía.

Estrategias y técnicas de aprendizaje [Education in values for citizenship. Learning strategies and techniques] (José L. González-Geraldo).

177

This is the English version of the research articles and book reviews published originally in the Spanish printed version of issue 269 of the **revista española de pedagogía**. The full Spanish version of this issue can also be found on the journal's website <http://revistadepedagogia.org>.



ISSN 0034-9461 - Depósito legal: M. 6.020 - 1958

e-ISSN 2174-0909 Rev. esp. pedagog. (Internet)

INDUSTRIA GRÁFICA ANZOS, S.L. Fuenlabrada - Madrid

Validación de constructo de un instrumento para medir la competencia digital docente de los profesores (CDD)

Construct validation of a questionnaire to measure teachers' digital competence (TDC)

Dr. Javier TOURÓN. Catedrático. Universidad Internacional de La Rioja (UNIR) (javier.touron@unir.net).

Dra. Deborah MARTÍN. Profesora. Universidad Internacional de La Rioja (UNIR) (deborah.martin@unir.net).

Dr. Enrique NAVARRO ASENCIO. Ayudante doctor. Universidad Complutense de Madrid (enriquenavarro.a@gmail.com).

Dra. Silvia PRADAS. Profesora. Universidad Internacional de La Rioja (UNIR) (silvia.pradas@unir.net).

Dra. Victoria ÍÑIGO. Ayudante doctor. Universidad Internacional de La Rioja (UNIR) (victoria.inigo@unir.net).

Resumen:

La competencia digital docente se ha convertido en un aspecto esencial en la formación de los profesores que deben promover un aprendizaje en sus alumnos que se aleja del modelo de transmisión del conocimiento para acercarse a otro de desarrollo del talento. En este trabajo se valida un instrumento desarrollado por los autores para valorar la competencia digital de los docentes, de acuerdo con el marco actual establecido por el INTEF. Para el proceso de validación se utiliza una muestra de 426 profesores a los que se accede por un procedimiento online. La fiabilidad total del instrumento, estimada con el Alpha de Cronbach es de 0.98. La fiabilidad para las dimensiones de la escala de conocimiento varía entre 0.89 y 0.94 y para la escala de uso entre 0.87 y 0.92. En cuanto a la validez de constructo se ha pasado de un modelo inicial con 5

factores a otro con 4 factores y 4 subfactores. Las cargas factoriales de los ítems con la dimensión a la que pertenecen están en su mayoría por encima de 0.5 y en muchos casos de 0.70. En la escala de conocimiento solo hay 1 peso que no alcanza ese valor. Los resultados de ajuste global para ambas escalas muestran resultados óptimos, con unos valores inferiores a 3 para el índice de chi-cuadrado normalizado, valores por debajo de 0.06 en RMSEA y de 0.9 en IFI y CFI. Se ofrecen evidencias también respecto a la validez convergente y discriminante, que resultan significativas y aceptables. La fiabilidad del constructo para la validez convergente se aproxima en todos los casos a 0.90. En cuanto a la validez discriminante el modelo propuesto es mejor que sus alternativos, con ligeras variaciones en la escala de uso que serán objeto de futuros análisis. Este instrumento permitirá valorar

Fecha de recepción de la versión definitiva de este artículo: 06-11-2017.

Cómo citar este artículo: Tourón, J., Martín, D., Navarro Asensio, E., Pradas, S. e Íñigo, V. (2018). Validación de constructo de un instrumento para medir la competencia digital docente de los profesores (CDD) | *Construct validation of a questionnaire to measure teachers' digital competence (TDC)*. *Revista Española de Pedagogía*, 76 (269), 25-54. doi: <https://doi.org/10.22550/REP76-1-2018-02>
<https://revistadepedagogia.org/>

ISSN: 0034-9461 (Impreso), 2174-0909 (Online)

las competencias de los profesores y ayudar en la planificación de itinerarios de formación personalizados en función de los resultados.

Descriptor: competencia digital docente, validación de constructo, validez convergente, validez discriminante, cuestionarios online.

Abstract:

Teachers' digital competencies have become an essential aspect of training teachers to promote learning in their students that moves away from the knowledge transfer model and moves towards a talent development model. This work validates an instrument developed by the authors to evaluate the digital competency of teachers, in accordance with the current framework established by INTEF. A sample of 426 teachers was used in the validation process. These were approached through an online process. The total reliability of the instrument, estimated using Cronbach's alpha, is 0.98. The reliability for the dimensions on the 'Knowledge' scale varies from 0.89 to 0.94 and for the 'Use' scale from 0.87 to 0.92. The construct va-

lidity has been modified from an initial model with 5 factors to another with 4 factors and 4 sub-factors. The factor loads of the items with the dimension to which they belong are mainly above 0.5 and in many cases above 0.70. On the 'Knowledge' scale there is only 1 weight that does not reach this value. The overall fit results for both scales show optimum results, with values lower than 3 for the normalised chi-squared index, values below 0.06 in RMSEA, and values of 0.9 in IFI and CFI. Data is also provided regarding convergent and discriminant validity that is significant and acceptable. The construct reliability for the convergent validity in all cases approaches 0.90. As for the discriminant validity, the proposed model is better than the alternatives, with small variations in the 'Use' scale that will be the object of future analyses. This instrument will make it possible to evaluate teachers' competencies and help with the planning of personalised training pathways depending on their results.

Keywords: teachers' digital competence, construct validity, convergent validity, discriminant validity, online questionnaires.

1. Introducción

La Comisión Europea en su informe *Education and Training Monitor* (2016) destaca las prioridades educativas en las que hace falta invertir para mejorar la calidad y la pertinencia de los sistemas educativos de cara al desarrollo de las competencias que son necesarias en la sociedad actual. Uno de los pilares fundamentales que establece es el desarrollo de la profesión docente y es contundente tanto al expresar cuál es el rol que tienen que asu-

mir los profesores y los líderes educativos respecto al impacto que ha de tener el desarrollo profesional docente en la mejora de las prácticas pedagógicas.

El Marco estratégico Educación y Formación 2020 (ET2020) también hace referencia al desarrollo de los sistemas educativos y las competencias que los estudiantes deben adquirir, aunque se centra, especialmente, en aquellas que el profesorado debe integrar en su práctica educativa para lo-

grar una educación de calidad, proponiendo como un ámbito prioritario de actuación, una educación y formación abierta e innovadora, con plena incorporación a la era digital.

Las competencias docentes se podrían definir como un conjunto de conocimientos, rasgos personales, actitudes y habilidades que posibilitan el desempeño de actuaciones docentes, generalmente de índole pragmática reconocible, de logro en el ámbito educativo (Álvarez Rojo, 2010). Es decir, hablamos de competencia si hay desempeño, conocimiento y acciones; pero estas no se construyen exclusivamente en el ámbito metodológico, sino en las transformaciones que relacionan lo curricular y lo metodológico, más concretamente, en la adaptación tecno-didáctica que se realice para alcanzar los objetivos que deben conseguir los alumnos en su aprendizaje (Cardona, 2008).

Las necesidades del aprendizaje del alumno actual requieren otras formas de enseñar, por lo tanto, las competencias docentes estarán condicionadas por los estilos y necesidades de los estudiantes, quienes deben aprender a vivir y desenvolverse en una sociedad que produce cantidades ingentes de información (Cardona, 2008). Deben satisfacer las necesidades del alumnado como futuro ciudadano activo de una sociedad globalizada, digitalizada, intercultural y cambiante, que exige un aprendizaje que, para ser promovido de manera eficaz, requiere la interacción de la pedagogía (cómo se enseña), el conocimiento sustantivo de lo que se enseña y la tecnología (con qué herramientas), tal y como plantea el denominado modelo TPCAK (*Technology, Pe-*

dagogy And Content Knowledge) para el profesor de hoy (Koehler, Mishra y Cain, 2013; Tourón, 2016). Cada uno de los tres componentes deben estar interconectados de manera que produzca mejoras en los resultados de aprendizaje de los estudiantes, y aunque definir estas competencias docentes en sentido general puede resultar complejo, tanto en conocimientos como en habilidades o experiencias, en este estudio nos centramos en la competencia docente digital, su definición y más concretamente su evaluación.

La Comisión Europea (2006) señala esta como una competencia clave que define así:

La competencia digital implica el uso crítico y seguro de las Tecnologías de la Sociedad de la Información para el trabajo, el tiempo libre y la comunicación. Apoyándose en habilidades TIC básicas: uso de ordenadores para recuperar, evaluar, almacenar, producir, presentar e intercambiar información, y para comunicar y participar en redes de colaboración a través de Internet (Parlamento Europeo y del Consejo, 2006, ver Anexo).

El informe DIGCOMP (*Digital Competence*) posterior, la identifica como una competencia transversal que, como tal, nos permite adquirir otras, y que se relaciona con muchas de las habilidades del siglo XXI que debemos adquirir todos los ciudadanos, para asegurar nuestra participación activa en la sociedad y la economía (Ferrari, 2013).

En las últimas décadas, la investigación educativa (Cope y Ward, 2002; Windschitl y Salh, 2002; Solmon y Wiederhorn, 2000; UNESCO, 2002) ha tenido como

objetivo analizar cómo el uso de herramientas digitales afecta a las situaciones de enseñanza y aprendizaje, con el objetivo de diseñar propuestas para mejorar su implementación en el diseño curricular. Algunas de ellas se centran en las actitudes y percepción de los profesores hacia el uso de tecnologías en su práctica docente, en las decisiones didácticas con respecto a la selección y uso de herramientas digitales, e incluso, en las necesidades y demandas formativas del profesorado para integrar adecuadamente la tecnología en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Davis, Preston y Sahin 2009; UNESCO 2002). La investigación de campo realizada en la escuela y el aula ha demostrado que el papel del maestro es prominente (Sangrà y González-Sanmamed, 2010) pero dado el desarrollo, la tecnología y, particularmente, su inclusión en el aula, se han llevado a cabo nuevos estudios sobre el impacto y los efectos de su uso educativo (Cuban, 2001; UNESCO, 2003; OCDE, 2003; EURYDICE 2001; Tondeur, Valcke, and Van Braak, 2008; Davis, 2009). La tecnología puede proporcionar de manera inmediata: acceso a la información, la recogida sistemática de acciones sobre el progreso de los estudiantes para generar nuevos itinerarios, la colaboración entre compañeros en el aula y fuera de ella, la generación de nuevos conocimientos y recursos, la obtención de *feedback* para el docente con la finalidad de mejorar su práctica educativa, etc. Por tanto, la capacitación docente debe centrarse no solo en el uso de la tecnología en sí, sino en cómo puede apoyar la colaboración y la interacción efectiva entre los diferentes factores del proceso de enseñanza-aprendizaje (Fullan y Donnelly, 2013).

La competencia digital docente se ha vinculado a conocer el ámbito en el que se desenvuelve el alumnado, y a utilizar la tecnología para favorecer su aprendizaje y desarrollo competencial. De este modo, podemos definirla como el conjunto de capacidades y habilidades que nos lleven a incorporar —y utilizar adecuadamente— la tecnología de la información y la comunicación (TIC) como recurso metodológico, integrado en el proceso de enseñanza-aprendizaje, convirtiéndose así en Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) con una clara aplicación didáctica.

Para aumentar la conciencia de los maestros sobre la necesidad de mejorar su competencia digital, los países realizan un esfuerzo considerable en la difusión de buenas prácticas emergentes, organizando sesiones de discusión o desarrollando sitios web informativos. Muchas escuelas establecen reuniones y sesiones fuera del horario lectivo, donde los maestros pueden formarse con el apoyo de un compañero, el coordinador de tecnología o incluso con cursos organizados por instituciones dedicadas a la formación del profesorado (UNESCO, 2002). Es estos casos, donde la evaluación de la competencia se convierte en la protagonista para establecer un plan formativo digital adecuado a las necesidades del profesorado.

Bajo el marco de la UNESCO (2002) donde se establecía la descripción y justificación de nueve unidades de alfabetización tecnológica de un programa de desarrollo profesional para docentes, fueron surgiendo otros posteriores como el DIGCOMP, y sus revisiones, hasta llegar, en el contexto español, al Marco de

Competencia Digital (INTEF, 2003), o al actual (INTEF, 2017). Este último Marco, revisado en septiembre de 2017, se utiliza como herramienta de referencia a fin de identificar las áreas y los niveles a tener en cuenta, tanto en la evaluación docente, como en los diferentes planes formativos para su desarrollo óptimo. El Marco comienza su justificación con la necesidad de establecer unas pautas hacia las que debe dirigirse el profesorado.

Aquellas personas que sean responsables de la enseñanza de los estudiantes del nuevo milenio tienen que ser capaces de guiarlos en su viaje educativo a través de los nuevos medios. Los profesores necesitan un mensaje político claro en este sentido: el reconocimiento público de lo que se espera que hagan para desarrollar estas competencias como una prioridad en sus áreas o especialidades. Este reconocimiento público exigirá a su vez una atención preferente en los sistemas de formación de profesorado y el reconocimiento de su desarrollo profesional (INTEF, 2017, p. 2).

Por lo tanto, ¿qué se espera de un docente competente digitalmente? ¿Qué conocimientos, habilidades y destrezas debe desarrollar? ¿Qué debe utilizar? Las dimensiones que describe el Marco Común (INTEF, 2017, p. 9) son cinco, y aunque cada una sea específica, no son estancas ni excluyentes, por lo que pueden estar interrelacionadas entre sí. Estas dimensiones se especifican así (INTEF, 2017, p. 10):

1. Información y alfabetización informacional: identificar, localizar, recuperar, almacenar, organizar y analizar la información digital, evaluando su finalidad y relevancia.

2. Comunicación y colaboración: comunicar en entornos digitales, compartir recursos a través de herramientas en línea, conectar y colaborar con otros a través de herramientas digitales, interactuar y participar en comunidades y redes; conciencia intercultural.

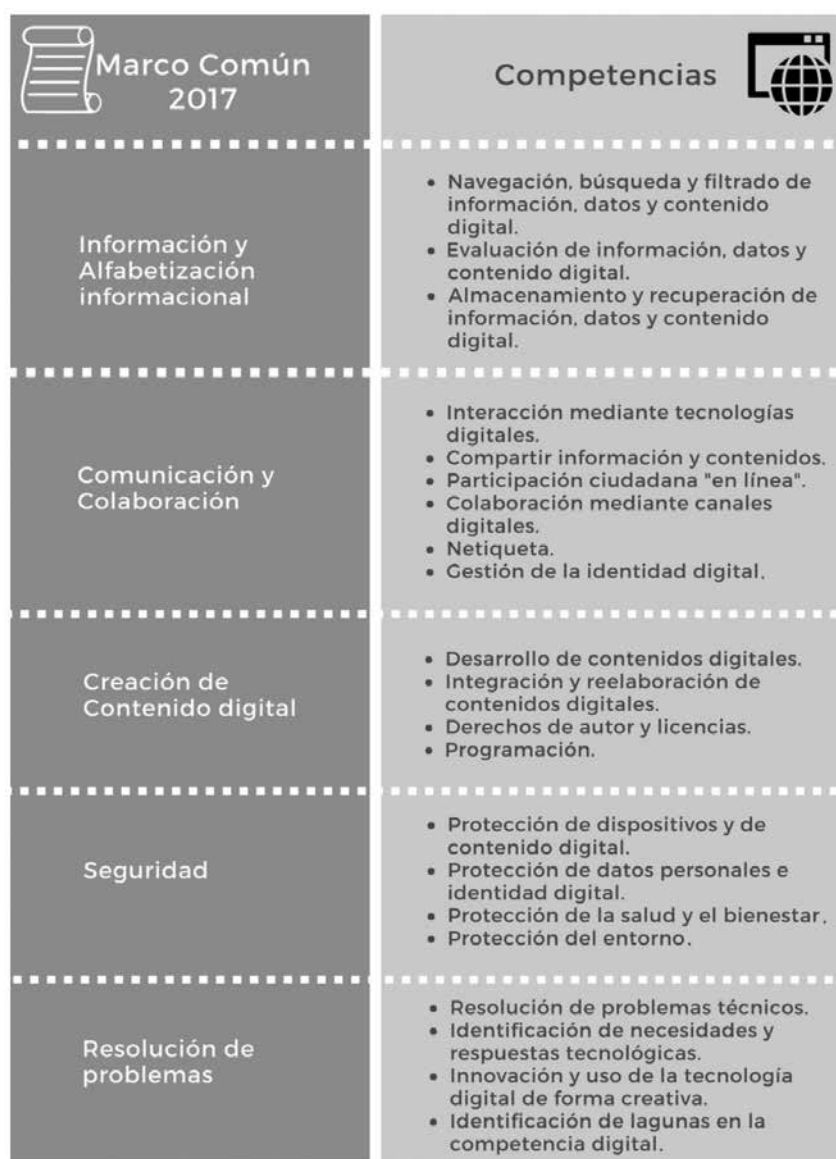
3. Creación de contenido digital: crear y editar contenidos nuevos (textos, imágenes, vídeos...), integrar y reelaborar conocimientos y contenidos previos, realizar producciones artísticas, contenidos multimedia y programación informática, saber aplicar los derechos de propiedad intelectual y las licencias de uso.

4. Seguridad: protección personal, protección de datos, protección de la identidad digital, uso de seguridad, uso seguro y sostenible.

5. Resolución de problemas: identificar necesidades y recursos digitales, tomar decisiones a la hora de elegir la herramienta digital apropiada, acorde a la finalidad o necesidad, resolver problemas conceptuales a través de medios digitales, resolver problemas técnicos, uso creativo de la tecnología, actualizar la competencia propia y la de otros.

Las dimensiones 1, 2 y 3 se proponen como lineales, con usos específicos, mientras que las dimensiones 4 y 5 son transversales, es decir, que se aplican en cualquier tipo de actividad, siendo la última (la 5) denominada «resolución de problemas» la dimensión «transversal por excelencia» (INTEF, 2017). Todas ellas y sus indicadores asociados se presentan en el Gráfico 1.

GRÁFICO 1. Dimensiones y competencias asociadas. Adaptado de INTEF 2017.



Fuente: Elaboración propia.

Tomando como base este marco, se ha construido, conforme a la clasificación propuesta, el cuestionario que aquí se valida. Está compuesto por 54 ítems que miden las cinco dimensiones en dos escalas que valoran el conocimiento y el uso que tie-

ne o realiza el profesorado en su centro o aula. El conjunto de las respuestas tiene como finalidad la evaluación de la competencia digital docente. Y, por tanto, el objetivo general es analizar la calidad del instrumento construido valorando, por un

lado, su fiabilidad y, por otro, confirmando la validez del constructo teórico planteado.

2. Método

Se ha llevado a cabo un estudio de validación del instrumento «Cuestionario de Competencias Digitales Docentes» (CDD) mediante el análisis de su fiabilidad y validez: de constructo, convergente y discriminante. Para comprobar la fiabilidad de la herramienta se emplea el estadístico de consistencia interna Alpha de Cronbach. Esta prueba es la más utilizada ya que solo precisa una aplicación del cuestionario y asume que si el mismo se dirige a medir un rasgo determinado, todos los ítems que los componen deberían tener ese propósito. Para validar la estructura de dimensiones teóricas que mide la prueba se ha empleado la técnica de análisis factorial confirmatorio (AFC) estimando un modelo de medida compuesto por variables observadas (ítems) y factores latentes (dimensiones).

2.1. Muestra

Este estudio de validación no precisa de un procedimiento de muestreo estricto ni, necesariamente, aleatorio, sí que se requiere una muestra con amplia varianza de modo que las relaciones entre las variables, de haberlas, no se vean atenuadas por una reducción de la misma. La aplicación del cuestionario se hizo a través de un procedimiento en línea desde la plataforma comercial *formsite28*. Se invitó a profesores de todos los niveles educativos, convocados a través de las redes sociales y de instituciones de formación de profesores que realizan actividades en línea (INTEF, CRIF). El recopilador de datos estuvo a disposición de los interesados durante dos meses aproximadamente. El resultado y composición de la muestra resultante, de acuerdo al género, edad y experiencia de los participantes puede verse en las Tablas 1 y 2. Otros datos de composición de la muestra, de los que se dispone, no parecen relevantes para los resultados de este estudio.

TABLA 1. Composición de la muestra por género.

Género	Nº	%
Femenino	276	64.8
Masculino	150	35.2
Total	426	100.0

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 2. Composición de la muestra de acuerdo a la edad y experiencia de los participantes expresados en años.

Edad	Nº	%	Experiencia	Nº	%
21<30	42	9.9	1-5	72	16.9
31<40	124	29.1	6-10	90	21.1

Edad	Nº	%	Experiencia	Nº	%
41<50	151	35.4	11-15	92	21.6
51<60	99	23.2	16-20	74	17.4
61<70	10	2.3	>20	98	23.0
Total	426	100.0	Total	426	100.0

Fuente: Elaboración propia.

2.2. Instrumento

El instrumento, cuya primera validación se realiza en este trabajo, se compone de cinco dimensiones, que reflejan el marco de las competencias digitales propuesto por el INTEF en enero de 2017 y cuya estructura en dimensiones y competencias asociadas se recogen en el Gráfico 1.

Se compone de cincuenta y cuatro ítems distribuidos en las cinco dimensiones señaladas. En su elaboración se han tenido en cuenta diversas fuentes y el criterio de expertos, procurando saturar cada dimensión con el menor número de ítems posibles por razón de practicidad. Cada ítem se responde dos veces con arreglo a una escala de tipo Likert de siete puntos que indican el grado de conocimiento y el grado de uso del aspecto al que se refiere cada ítem. Así, a modo de ejemplo, el contenido del ítem 3 se refiere a: «Canales específicos para la selección de vídeos didácticos»; al mismo, el profesor que responde ha de señalar el grado de conocimiento que tiene sobre dichos canales y, además, debe indicar en qué grado utiliza dicho conocimiento. Podemos decir, en cierto sentido, que validamos dos cuestionarios de competencias digitales docentes: uno de conocimiento de los diversos elementos que las componen y otro de uso de los mismos. Son dos dimensiones cuya relación se analiza más adelante.

Para facilitar que el encuestado se centre en el contenido de cada ítem, y sus respuestas no se vean influidas por respuestas a ítems anteriores del mismo o similar contenido, se procedió a aleatorizar el orden de presentación de los ítems.

2.3. Procedimiento

En primer lugar, se realizó el estudio de fiabilidad del total de las escalas de conocimiento y uso a través del índice de consistencia interna Alpha de Cronbach y también se calculó de forma separada para cada una de las cinco dimensiones. Esta forma de estudiar la fiabilidad es la más habitual y consiste en correlacionar las respuestas a los distintos ítems para asegurar que son equivalentes y miden en el mismo sentido. El índice varía entre 0 y 1 y valores por encima de 0.8 se consideran óptimos y muy buenos si se alcanza una fiabilidad de 0.9 como sugieren Nunnally y Bernstein (1994). En este punto, también se analizó la homogeneidad de los ítems de cada dimensión mediante la correlación ítem-total y los mismos autores establecen valores de 0.3 o superiores como indicador de un buen resultado.

En segundo lugar, la validez de constructo se comprobó mediante la técnica de análisis factorial confirmatorio, concretamente estimando un modelo de medida

para comprobar el ajuste de los 54 ítems en las cinco dimensiones teóricas definidas. Las escalas de conocimiento y uso se analizaron de forma separada. Este procedimiento consiste en determinar si las relaciones establecidas entre ítems y factores, definidas en el modelo teórico, se ajustan a la realidad empírica que proporcionan las respuestas de los encuestados. Los distintos modelos se definieron y estimaron a través del software AMOS 23, siguiendo una serie de pasos que se describen a continuación:

a) Imputación de los casos perdidos: Catell (1978) recomienda contar con entre 3 y 6 sujetos por ítem que se incluyan en el análisis, pero cuando las respuestas omitidas superan el 10% de los casos de la muestra se recomienda utilizar un proceso de estimación de los valores (Hair, Black, Babin y Anderson, 2014). En este caso, en la escala de «Conocimiento» hay aproximadamente un 43% de los docentes que no ha contestado a uno o más ítems, y un 42% en la escala de «Uso», por tanto, es necesario imputar esos valores. Debido al carácter ordinal de las variables observadas, se han remplazado estos casos por la mediana de cada ítem.

b) Comprobar el supuesto de normalidad multivariada: la falta de cumplimiento de este requisito puede afectar a los resultados de ajuste. Para comprobarlo se emplea el índice de curtosis multivariado y su razón crítica, valores por encima de 5 señalan esa falta de normalidad multivariada (Bentler, 2005). Y, como se explicará en los resultados, no es posible asumir este supuesto con estos datos.

c) Estimación del modelo por máxima verosimilitud utilizando remuestreo (*bootstrap*). La falta de normalidad de los

datos demanda un método de estimación de los parámetros de los datos adecuada y este procedimiento es una buena solución (Byrne, 2009). Este método de estimación extrae submuestras de los datos originales y estima los parámetros un número determinado de ocasiones (500 en este caso) y el resultado final no es un único valor sino una distribución completa con media y varianza.

d) Estimación del modelo definido, el modelo nulo y el saturado. El primero es el que refleja la estructura de ítems y dimensiones propuestas en el trabajo, el segundo asume que no hay relación entre los ítems y, por tanto, se considera el peor resultado posible. Y, finalmente, el modelo saturado, es el opuesto al nulo y asume que todos los parámetros posibles son significativamente distintos de cero; se trata de un modelo de ajuste perfecto y que, por tanto, refleja completamente toda la información de los datos (Gaviria, Biencito y Navarro, 2009).

e) Comprobar el ajuste de los modelos. Se utilizan índices de ajuste absoluto que analizan cómo se ajusta el modelo especificado a los datos observados, es decir, si la teoría subyacente se ajusta a los datos de la muestra. En primer lugar, el valor de chi-cuadrado dividido por los grados de libertad del modelo (CMIN/df), donde los valores por debajo de 2 se consideran muy buenos y si varía entre 3 y 5 son aceptables (Hair et al., 2014). Otro índice es la raíz cuadrática media del error de aproximación (RMSEA) que trata de comprobar el ajuste entre el modelo propuesto y unos datos poblacionales hipotéticos, en este caso, valores por debajo de 0.05 se consideran muy buenos y entre 0.05 y 0.08 aceptables (Byrne, 2009). También se utilizan índices de

ajuste incremental como IFI y CFI que comparan el modelo definido con el modelo nulo, y valores superiores a 0.9 se consideran óptimos (Hair et al., 2014); también se incluyen estadísticos que valoran la complejidad del modelo como PRATIO (valores por encima de 0.9) y de la adecuación del tamaño muestral como Hoelter (por encima de 200).

f) Finalmente, se estudian los residuos estandarizados y los índices de modificación para tratar de mejorar el modelo definido.

Como análisis complementario para validar el constructo, se estudian también la validez convergente y discriminante del modelo propuesto. El primer tipo se encarga de analizar la varianza que tienen en común los ítems que forman una dimensión, para ello, se analizan las cargas factoriales (coeficientes estandarizados de regresión latente) que deben superar valores de 0.5. También se calcula la fiabilidad del constructo que se estima a partir de las cargas factoriales y la varianza de error para cada una de las dimensiones estimadas; valores por encima de 0.7 indican una buena validez convergente. El segundo tipo de validez, la discriminante, analiza si una dimensión es realmente distinta de las otras y se prueba a partir de la comparación de modelos distintos con el definido. Esos modelos alternativos

se definen a partir de todas las combinaciones posibles entre las cinco dimensiones, desde un modelo con una única dimensión, hasta la unión de parejas, tríos o grupos de cuatro factores. Una vez estimados, mediante el estadístico chi-cuadrado se analizan si difieren significativamente del modelo de partida.

3. Resultados

Se presentan en primer lugar los resultados de fiabilidad de la escala y de homogeneidad de los ítems y, en segundo, se describen los referentes a la validez del constructo, incluyendo el análisis de validez convergente y discriminante.

3.1. Fiabilidad y homogeneidad

Los resultados de fiabilidad proporcionados por el índice Alpha de Cronbach cumplen sobradamente el criterio propuesto por Nunnally y Bernstein (1994), tanto para las cinco dimensiones como para el total de las escalas de conocimiento y uso. En todos los casos (Tabla 3) los valores superan el estándar óptimo de 0.8. Los índices de fiabilidad obtenidos varían entre 0.89 y 0.98 en la escala de conocimiento y entre 0.87 y 0.98 en la escala de uso. Por tanto, puede confirmarse la consistencia interna de las escalas y las dimensiones que las componen.

TABLA 3. Índices de fiabilidad (Alfa de Cronbach) de las dimensiones de las escalas de conocimiento y uso.

Dimensión	Escala Conocimiento	Escala Uso
Información y comunicación	0.906	0.874
Comunicación y colaboración	0.892	0.877

Dimensión	Escala Conocimiento	Escala Uso
Creación digital	0.944	0.930
Seguridad	0.908	0.884
Resolución de problemas	0.942	0.925
Total Escala	0.984	0.979

Fuente: Elaboración propia.

Si se pone el foco de atención en los índices de homogeneidad de los ítems que forman parte de las 5 dimensiones, se observa que en todos los casos están por encima de 0.3 (Tabla 4). En la escala de conocimiento los valores de correlación ítem-total varían desde 0.48 en el I3 de la dimensión de co-

municación y colaboración, hasta valores por encima de 0.8 en el I31 e I42 de la dimensión de resolución de problemas.

En la escala de uso los resultados son ligeramente más bajos, no obstante, siguen situándose dentro de los márgenes aceptables.

TABLA 4. Índices de homogeneidad de los ítems para cada dimensión de la competencia digital docente en la escala de conocimiento y uso.

Dimensión	Ítems	Escala Conocimiento	Escala Uso
		Correlación ítem-total corregida	
Información y comunicación	I1	0.700	0.581
	I24	0.744	0.707
	I18	0.644	0.582
	I20	0.741	0.665
	I44	0.748	0.708
	I11	0.69	0.621
	I36	0.621	0.522
	I6	0.755	0.673
Comunicación y colaboración	I10	0.731	0.630
	I3	0.480	0.545
	I8	0.491	0.388
	I54	0.746	0.682
	I17	0.651	0.595
	I33	0.726	0.692
	I35	0.699	0.665
	I15	0.736	0.685
	I23	0.669	0.700

Dimensión	Ítems	Escala Conocimiento	Escala Uso
		Correlación ítem-total corregida	
Creación digital	I37	0.755	0.703
	I47	0.749	0.714
	I16	0.684	0.644
	I50	0.781	0.72
	I30	0.746	0.649
	I28	0.684	0.669
	I12	0.705	0.663
	I51	0.720	0.705
	I19	0.646	0.561
	I7	0.511	0.405
	I2	0.623	0.587
	I52	0.755	0.674
	I49	0.759	0.728
	I34	0.776	0.74
	I38	0.636	0.573
	I22	0.696	0.703
Seguridad	I29	0.711	0.641
	I39	0.753	0.718
	I5	0.695	0.615
	I27	0.718	0.695
	I43	0.716	0.684
	I53	0.682	0.623
	I32	0.728	0.696
	I13	0.510	0.451
	I46	0.684	0.593
Resolución de problemas	I26	0.682	0.635
	I9	0.735	0.684
	I41	0.728	0.62
	I4	0.651	0.547
	I45	0.745	0.721
	I14	0.603	0.513
	I48	0.693	0.67

		Escala Conocimiento	Escala Uso
Dimensión	Ítems	Correlación ítem-total corregida	
Resolución de problemas	I42	0.820	0.786
	I25	0.751	0.674
	I40	0.793	0.785
	I31	0.844	0.786
	I21	0.776	0.768

Fuente: Elaboración propia.

Como puede observarse en la Tabla 5, la mayor parte de los ítems alcanzan índices de homogeneidad por encima de 0.7, más del 50% de los casos en ambas escalas. Y son solo 2 y 3 ítems en las escalas

de conocimiento y uso respectivamente los que tienen una homogeneidad inferior a 0.5, pero sin llegar a estar por debajo del valor recomendado de 0.3.

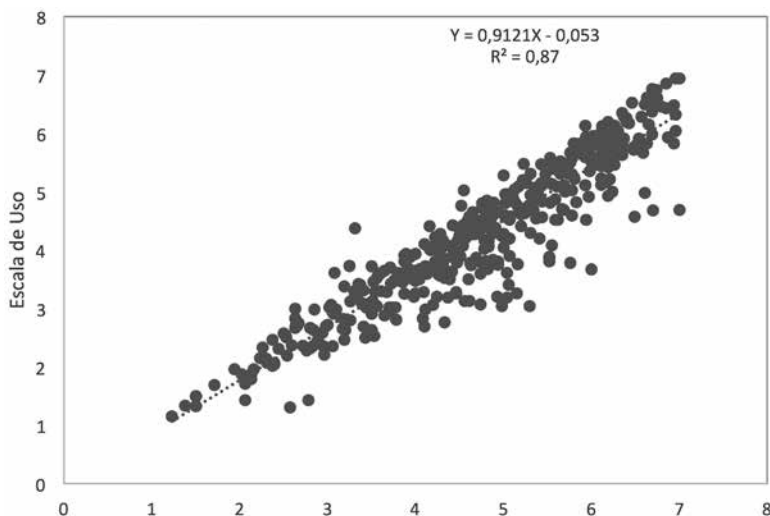
TABLA 5. Índices de homogeneidad de los ítems para las escalas de conocimiento y uso de acuerdo a los rangos que se indican.

Escala	Conocimiento		Uso	
Intervalos homogeneidad	Nº	%	Nº	%
< 0.50	2	3.7	3	5.6
0.51 – 0.69	21	38.9	23	42.6
> 0.70	31	57.4	28	51.8

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, para analizar la relación entre las respuestas de las escalas de conocimiento y uso se ha estimado un gráfico de dispersión analizando las puntuaciones totales de los docentes de la muestra (Gráfico 2).

GRÁFICO 2. Relación entre las escalas totales de conocimiento y uso de las competencias digitales docentes.



Fuente: Elaboración propia.

En el Gráfico 2 puede observarse la relación positiva entre ambas escalas, que comparten un 87% de su varianza. Los docentes que señalan un mayor conocimiento de las competencias digitales también indican un mayor uso. Aunque también puede verse que, en algunos casos, no siempre es así y que un mayor conocimiento no implica un mayor uso. Son los puntos que se sitúan por debajo de la recta de regresión.

Esta estructura de ítems y dimensiones que se observa en el análisis de homogeneidad es la propuesta de modelo que se trata de validar mediante el análisis factorial confirmatorio. A continuación, se describen los resultados obtenidos.

3.2. Validez de constructo

El modelo propuesto para su validación consta de 54 variables observadas (ítems) que también se consideran endógenas

(dependientes) y los errores asociados, 5 dimensiones latentes (información y comunicación, comunicación y colaboración, creación digital, seguridad y resolución de problemas) que también se consideran exógenas (independientes). El modelo permite la correlación entre los 5 factores (un total de 10 correlaciones). Para la identificación del modelo se fijan las varianzas de las dimensiones a 1 y se estiman un total de 118 parámetros (54 pesos de regresión, 54 varianzas de error y 10 correlaciones). El procedimiento es el mismo para ambas escalas (conocimiento y uso).

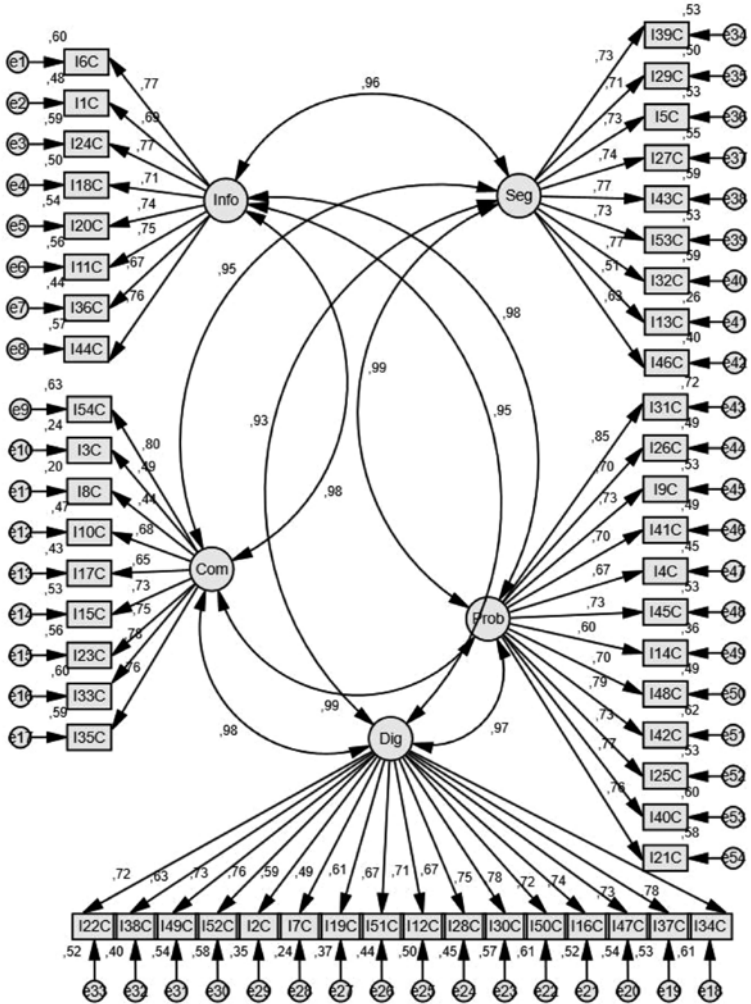
El análisis de la normalidad multivariante determina que los datos no cumplen este supuesto (valores por razón crítica asociados a la curtosis por encima de 5) y, en consecuencia, el procedimiento de estimación habitual de máxima verosimilitud puede alterar los índices de ajuste. Por este motivo, se ha utilizado un proceso de estimación *bootstrap*.

TABLA 6. Índices de normalidad multivariante de las escalas.

Escala	Curtosis	Razón Crítica
Conocimiento	691.029	91.699
Uso	478.157	63.451

Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 3. Modelo de la escala de conocimiento
parámetros estandarizados estimados.



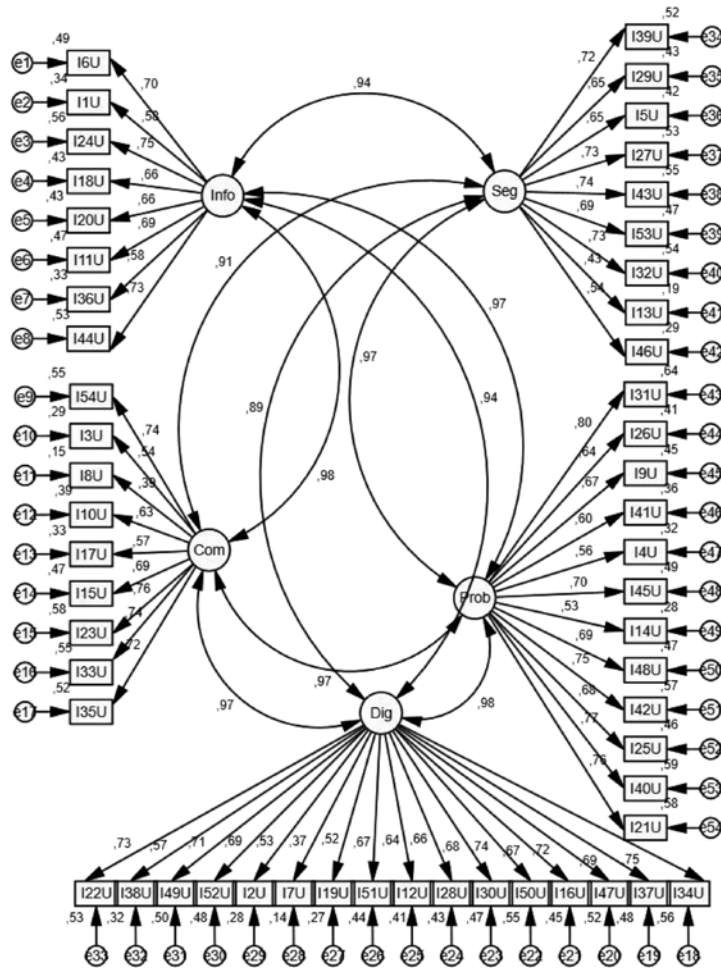
Fuente: Elaboración propia.

uso respectivamente. Tanto los pesos de regresión, como las varianzas de error y las correlaciones han resultado estadísticamente significativas. Y, como puede observarse en las figuras, esos pesos de regresión estandarizados o cargas factoriales de los ítems con la dimensión están en su mayoría por encima de 0.5. En el caso de la escala de conocimiento solo hay 3 pesos que no alcanzan ese valor, el I3 y el I8 en la dimensión de comunicación y colaboración

y el I7 en la dimensión de creación digital. En la escala de uso son el I8 y el I7, junto con el I32 de la dimensión de seguridad.

Los datos también muestran altas correlaciones entre dimensiones, lo que podría plantear un modelo con una única dimensión global o combinar algunas de las dimensiones. Y, como ha mostrado el estudio de los índices de modificación (IM), es pertinente un ajuste de la estructura factorial.

GRÁFICO 4. Modelo de la escala de uso, parámetros estandarizados estimados.



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de ajuste global para ambas escalas muestran resultados aceptables, con unos valores cercanos a 3 para el índice de chi-cuadrado normalizado y valores por debajo de 0.08 en RMSEA, como puede observarse en la Tabla 7. En el caso de la raíz cuadrática media del error de aproximación, los intervalos de confianza también se sitúan por debajo del punto de

corte establecido para aceptar el modelo. Y como se observa, los resultados del modelo definido obtienen unos mejores índices de ajuste que el modelo nulo. No obstante, los índices de ajuste incremental (IFI y CFI) y de adecuación del tamaño muestral (Hoelter) no indican tan buen ajuste del modelo, con valores por debajo de 0.9 y 200 respectivamente (ver Tabla 7).

TABLA 7. Índices de ajuste global, incremental, parsimonia y adecuación muestral.

	Escala de Conocimiento			Escala de Uso		
	Nulo	Inicial	Final	Nulo	Inicial	Final
CMIN/DF	13.261	3.390	2.259	11.204	3.203	2.201
RMSEA	.170	.075	.054	.155	.072	.053
RMSEA LO 90	.168	.073	.052	.153	.70	.051
RMSEA HI 90	.172	.077	.057	.157	.074	.056
IFI	0	.814	.907	0	.795	.892
CFI	0	.814	.906	0	.794	.892
PRatio	1	.955	.916	1	.955	.922
Hoelter ,05	35	134	201	41	142	206
Hoelter ,01	35	137	20	42	145	212

Fuente: Elaboración propia.

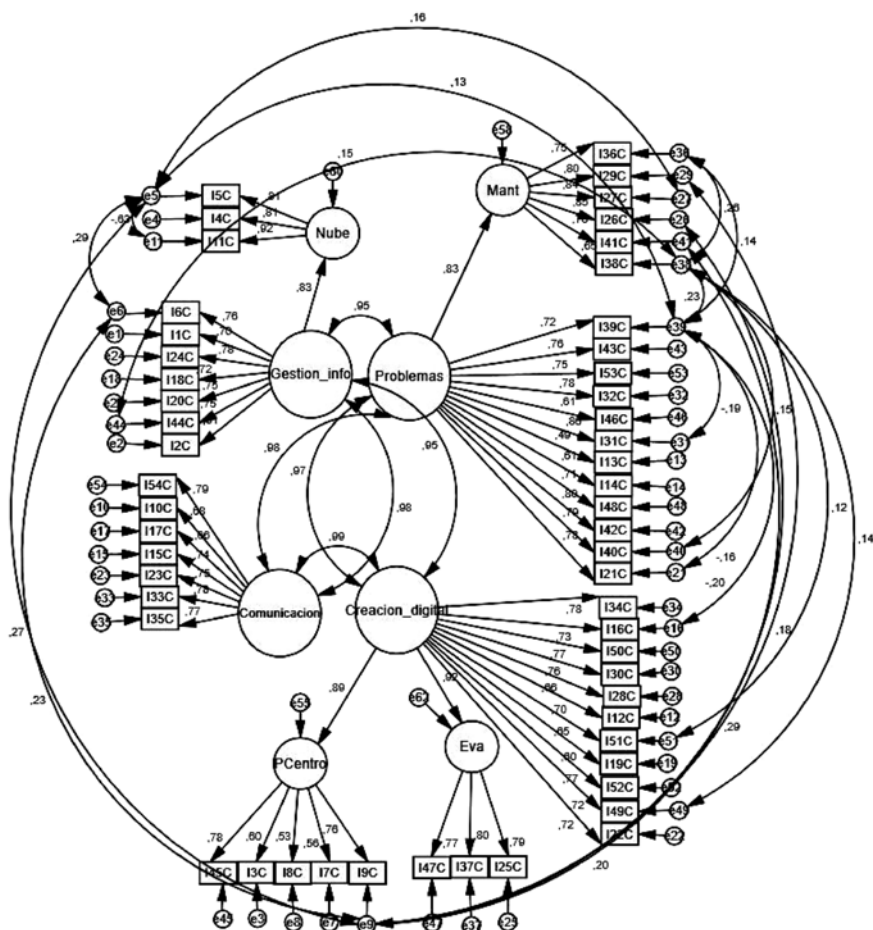
En consecuencia, se analizaron los índices de modificación (IM) encontrando covarianzas entre los errores de estimación de algunos ítems y también causalación recíproca entre ellos, aspecto que puede ser un indicador de la existencia de subdimensiones dentro de los factores generales o de la unión de alguna de esas dimensiones. Producto de este análisis y del estudio de la matriz de covarianza residual y el referente teórico de partida, se tomó la decisión de modificar el modelo de

partida añadiendo una subdimensión de almacenamiento en la nube (I4, I5 y I11) vinculada al factor de información y comunicación; dos subdimensiones asociadas al factor de creación digital, una relacionada con proyectos en el centro (I3, I7, I8, I9 y I45) y otra con evaluación (I25, I37 y I25); también se han fusionado los factores de seguridad y resolución de problemas, añadiendo a este nuevo factor una subdimensión de mantenimiento (I26, I27, I29, I36, I38 y I41).

En esta reorganización hay 8 ítems que cambian de factor: el I3 y el I8 pasan del factor de comunicación y colaboración a la subdimensión de proyectos de centro en el factor de creación digital. A esa misma subdimensión pasa el I9 que se encontraba en el factor de información y comunicación. El I25 situado en el factor de resolución de problemas pasa a formar parte de la subdimensión de evaluación dentro del factor de creación digital. El

I36 que formaba parte del factor de información y comunicación pasa a la subdimensión de mantenimiento del nuevo factor de resolución de problemas. El I4 y el I5 pertenecientes a los factores de resolución de problemas y seguridad, respectivamente, pasan a la subdimensión de almacenamiento en la nube del factor de información y comunicación. Y, finalmente, el I2 pasa del factor de creación digital al de información y comunicación.

GRÁFICO 5. Modelo final de la escala de conocimiento parámetros estandarizados estimados.



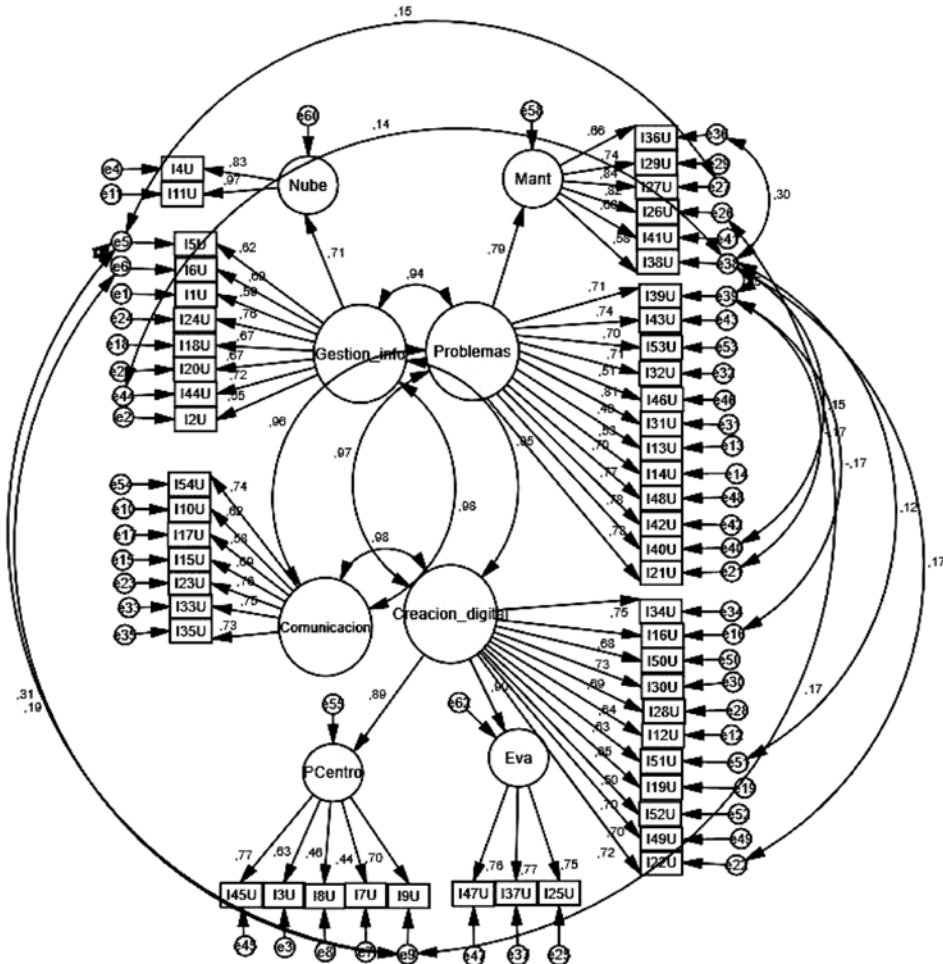
Fuente: Elaboración propia.

Este análisis de los IM mostró también la relación entre los residuales de cuatro ítems (I5, I9, I38 y I39) con un conjunto de reactivos de otras dimensiones. Parece que estas cuestiones se relacionan transversalmente con el resto y, por ese motivo, se incluyeron correlaciones entre esos errores en el nuevo modelo.

La diferencia entre las estructuras factoriales de los cuestionarios de conoci-

miento y uso se encuentra en el I5 que, aunque pertenece a la misma dimensión general de información y comunicación, no se sitúa en la nueva subdimensión de almacenamiento en la nube. Y las correlaciones entre los errores del I41 y el I9, del I29 y el I9, del I11 y el I5, del I39 y el I5, del I39 y el I36 y del I39 y el I21 no resultaron significativas en el cuestionario de uso y, por tanto, se descartaron en el modelo final (ver Gráficos 5 y 6).

GRÁFICO 6. Modelo final de la escala de uso parámetros estandarizados estimados.



Fuente: Elaboración propia.

A modo de resumen se incluyen los IM re-especificación de la estructura de facto- que se han utilizado para llevar a cabo la res (Tablas 8 y 9).

TABLA 8. Índices de modificación de las covarianzas entre errores de los ítems de las subdimensiones.

Subdimensión	Covarianza			Conocimiento		Uso	
				M.I.	Par Change	M.I.	Par Change
Almacenamiento en la nube	e11	<-->	e4	137.995	0.627	201.487	1.359
	e5	<-->	e4	50.601	0.44		
	e11	<-->	e5	21.739	0.264		
Mantenimiento	e27	<-->	e26	130.666	0.957	115.764	1.185
	e29	<-->	e26	78.315	0.825	51.427	0.861
	e36	<-->	e38	66.572	0.872	69.63	0.964
	e36	<-->	e27	48.11	0.589	41.608	0.64
	e36	<-->	e26	44.98	0.627	32.896	0.652
	e29	<-->	e27	36.381	0.511	43.546	0.69
	e26	<-->	e41	30.948	0.459	30.799	0.632
	e29	<-->	e41	29.919	0.457	32.196	0.615
	e38	<-->	e41	23.93	0.462	12.145	0.403
	e27	<-->	e41	22.987	0.36	14.192	0.374
	e36	<-->	e41	22.641	0.398	12.321	0.36
	e38	<-->	e26	17.592	0.442	18.44	0.551
	e36	<-->	e29	17.881	0.4	4.003	0.216
	e38	<-->	e29	6.752	0.277		
	e38	<-->	e27	10.847	0.315	6.075	0.276
Proyecto Centro	e3	<-->	e8	38.371	0.713	14.198	0.52
	e9	<-->	e45			28.802	0.58
	e3	<-->	e45	21.002	0.451	21.338	0.155
	e7	<-->	e45	4.328	0.064	6.058	0.124
	e3	<-->	e7	12.249	0.475	11.718	0.531
	e3	<-->	e9	20.218	0.42	8.968	0.331
	e8	<-->	e7	14.701	0.476	4.499	0.273
	e8	<-->	e9	27.341	0.447	16.799	0.471
	e8	<-->	e45	4.133	0.183	5.356	0.26

Subdimensión	Covarianza			Conocimiento		Uso	
				M.I.	Par Change	M.I.	Par Change
Evaluación	e37	<-->	e25	40.223	0.471	34.904	0.578
	e37	<-->	e47	18.123	0.358	18.168	0.418
Subdimensión Mantenimiento	e36	<-->	e29	17.881	0.4	4.003	0.216
	e36	<-->	e38	66.572	0.872	69.63	0.964
	e36	<-->	e26	44.98	0.627	32.896	0.652
	e36	<-->	e27	48.11	0.589	41.608	0.64
	e36	<-->	e41	22.641	0.398	12.321	0.36
	e29	<-->	e26	78.315	0.825	51.427	0.861
	e29	<-->	e41	29.919	0.457	32.196	0.615
	e29	<-->	e27	36.381	0.511	43.546	0.69
	e38	<-->	e29	6.752	0.277		
	e27	<-->	e26	130.666	0.957	115.764	1.185
	e38	<-->	e27	10.847	0.315	6.075	0.276
	e27	<-->	e41	22.987	0.36	14.192	0.374
	e38	<-->	e26	17.592	0.442	18.44	0.551
	e26	<-->	e41	30.948	0.459	19.348	0.19
	e38	<-->	e41	23.93	0.462	12.145	0.403

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 9. Índices de modificación de las covarianzas entre errores de los ítems transversales.

Covarianza			Conocimiento		Uso	
			M.I.	Par Change	M.I.	Par Change
e41	<-->	e9	4.047	0.136		
e26	<-->	e9	14.234	0.248	14.015	0.336
e29	<-->	e9	6.423	0.187		
e5	<-->	e9	18.4	0.289	38.633	0.597
e6	<-->	e9	17.023	0.28	11.151	0.311
e6	<-->	e5	23.584	0.313	21.649	0.435
e11	<-->	e5	13.509	-0.169		
e27	<-->	e5	12.728	0.215	10.736	0.274

			Conocimiento		Uso	
Covarianza			M.I.	Par Change	M.I.	Par Change
e39	<-->	e5	10.288	0.241		
e36	<-->	e38	27.316	0.473	41.393	0.672
e44	<-->	e38	12.658	0.326	8.566	0.296
e49	<-->	e38	9.192	0.328	5.926	0.261
e51	<-->	e38	9.806	0.337	6.085	0.271
e40	<-->	e38	7.951	0.241	4.29	0.198
e39	<-->	e38	25.902	0.503	7.296	0.297
e39	<-->	e16	18.356	-0.243	13.809	-0.281
e39	<-->	e36	6.589	0.209		
e39	<-->	e31	12.473	-0.218		
e39	<-->	e21	14.714	-0.277	11.743	-0.287

Fuente: Elaboración propia.

Para finalizar con el estudio de validez de constructo, se presentan los resultados de la validez convergente y discriminante. En el primer caso, como ya se ha apuntado es el análisis de los parámetros del modelo. La mayor parte de las cargas factoriales se sitúa por encima del valor aceptable 0.5 (excepto I13 en Conocimiento y I8, I7

y I13 en Uso) y muchas superan el valor óptimo de 0.7. No obstante, otro indicador de este tipo de validez es la fiabilidad del constructo calculada a partir de esos pesos de regresión y, como se observa en la Tabla 10, en todos los casos se aproximan a valores de 0.9.

TABLA 10. Fiabilidad del constructo para la validez convergente.

Dimensión	Escala de Conocimiento		Escala de Uso	
	Fiabilidad del constructo			
	Inicial	Final	Inicial	Final
Gestión de la información	0.903	0.906	0.866	0.877
Comunicación y colaboración	0.887	0.891	0.867	0.867
Creación digital	0.937	0.941	0.921	0.929
Resolución de problemas	0.932	0.938	0.912	0.922
Seguridad	0.900		0.873	

Fuente: Elaboración propia.

Para el estudio de la validez discriminante (Tabla 11) se compara el modelo final definido de 4 dimensiones con 10 modelos alternativos que prueban todas las posibles combinaciones de unión entre los factores propuestos. Desde el primero, que considera una única dimensión fijando todas las correlaciones entre ellas a 1, pasando por la unión de parejas de dimensiones fijando la correlación a 1 entre ambas y también tríos. Los resultados señalan que el modelo definido difiere significativamente del resto en la

escala de uso, excepto con el modelo que une el factor de Comunicación y Colaboración con Creación digital. En la escala de conocimiento, no hay diferencias con el modelo alternativo que une las dimensiones de resolución de problemas-seguridad con comunicación y colaboración, y tampoco con el que asume la unión entre comunicación y colaboración y creación digital. No obstante, se ha comprobado que el ajuste global no mejora con ninguno de los modelos alternativos mencionados.

TABLA 11. Diferencias significativas entre el modelo definido y los alternativos para la validez discriminante.

Modelo	gl	Escala de Conocimiento		Escala de Uso	
		CMIN	P	CMIN	P
Info/Prob/Com/Dig	6	54.01	0	57.224	0
Info/Prob	1	32.817	0	36.954.232	0
Info/Com	1	5.545	0.019	5.105	0.024
Info/Dig	1	31.219	0	21.249	0
Prob/Com	1	2.367	0.124	14.375	0
Prob/Dig	1	20.494	0	19.044	0
Com/Dig	1	0.653	0.419	3.342	0.068
Info/ProbCom	3	33.221	0	45.507	0
Info/ProbDig	3	53.475	0	50.176	0
Prob/Com/Dig	3	21.09	0	28.117	0

Fuente: Elaboración propia.

A modo de resumen, el modelo inicial de cinco dimensiones se ajusta razonablemente y muestra índices de ajuste global aceptables, pero mejorables. Sin embargo, los índices de ajuste incremental y de adecuación muestral sugieren realizar cam-

bios. Tras las modificaciones realizadas, la nueva estructura está compuesta por cuatro dimensiones o factores generales («Gestión de la Información», «Comunicación y Colaboración», «Problemas y Seguridad» y «Creación de Contenido Digital») y cuatro

subdimensiones: «almacenamiento en la nube», «seguridad y mantenimiento», «proyectos de centro» y «evaluación». El cuadro

sinóptico resultante se muestra en el Gráfico 7, mejorando así, el modelo propuesto por INTEF (2017) y recogido en el Gráfico 1.

GRÁFICO 7. Estructura mejorada de la competencia digital docente.



Fuente: Elaboración propia.

También se confirma la validez convergente aunque las correlaciones altas entre factores pueden afectar a la validez

discriminante. Ningún modelo de los alternativos que une las distintas dimensiones mejora los índices de ajuste.

4. Discusión y conclusiones

Todo proceso de validación es siempre un proceso inacabado. La división de la validez en tipos, tal como sugieren las normas de la APA, podría inducir a confusión en el sentido de que pudiera pensarse que, con probar un tipo de validez, el test o cuestionario ya está validado. No basta probar un tipo de validez para dar un test por válido (cfr. Messick, 1980). No hay que olvidar que la validez lo es de las inferencias y no del test mismo, tal como, señala la tercera versión de la APA (1986), la validez se refiere al uso adecuado de las inferencias que se hacen de las puntuaciones de un test o de otras formas de evaluación.

La validez de constructo se entiende como el concepto más integrador de los diferentes tipos de validez. En efecto, se entiende un constructo como un concepto que representa una cualidad o atributo de los sujetos, de naturaleza más o menos abstracta, y que se supone representado en las puntuaciones de un determinado instrumento, término que Cattell (1964) prefiere denominar concepto, ya que, a su juicio, une mejor la conceptualización teórica con la pura psicometría (aunque su propuesta no ha prevalecido). Se trata, en cualquier caso, de desentrañar el rasgo o construcción subyacente a la varianza de las puntuaciones de un instrumento. El estudio de este tipo de validez requiere pruebas, evidencias experimentales, por lo que admite grados, no reduciéndose a un índice o coeficiente. Es un proceso complejo, que requiere numerosos estudios, en cierto modo, siempre inacabado, como señalan Nunnally (1978) y Cronbach (1971). Además, tampoco los datos cuantitativos son suficientes, requieren de una sólida argumentación lógica que los complemen-

ten. Como señala Messick (1980), los datos y la razón se armonizan e integran en una determinada interpretación.

En el presente trabajo se ofrecen evidencias, siempre inacabadas, suficientes para considerar los usos educativos del instrumento desarrollado para valorar las competencias digitales docentes, si bien el continuar analizando más evidencias con muestras mayores es algo que está en el horizonte de los autores.

Se ha probado, por tanto, la calidad de la herramienta obteniendo unos índices de fiabilidad altos y confirmando la validez del constructo teórico que mide. No obstante, los valores de ajuste producidos por el análisis factorial confirmatorio, aunque son aceptables, pueden mejorarse. Ello nos ha llevado a proponer ciertas variaciones del modelo inicial, lo que nos ha permitido refinar la estructura y conseguir mejores niveles de ajuste. Nuevos estudios nos permitirán comprobar si esta estructura modificada es plausible en el tiempo y con muestras diversas a la utilizada en este estudio previo.

En cualquier caso, es un instrumento práctico que pretende facilitar el análisis de la situación respecto al conocimiento y uso de determinadas estrategias digitales por parte de los profesores, de manera que podamos ofrecer itinerarios de formación, en función de los resultados, que estén adecuados y personalizados a los interesados. Los resultados aquí presentados hacen factible el uso de este instrumento por sus adecuadas características métricas que serán objeto de nuevos estudios con muestras más amplias en el futuro dado que, como se ha señalado, la validación de un instrumento es un proceso siempre inacabado.

ANEXO. Cuestionario de Competencia Digital docente validada.

Orden	Nº ítem	Dimensión
Información y alfabetización informacional		
1	1	Estrategias de navegación por internet (p. ej.: búsquedas, filtros, uso de operadores, comandos específicos, uso de operadores de búsqueda, etc.).
24	2	Estrategias para búsqueda de información en distintos soportes o formatos (texto, vídeo, etc.) para localizar y seleccionar información.
18	3	Canales específicos para la selección de vídeos didácticos.
20	4	Reglas o criterios para evaluar críticamente el contenido de una web (actualizaciones, citas, fuentes).
44	5	Criterios para evaluar la fiabilidad de las fuentes de información, datos, contenido digital, etc.
11	6	Herramientas para el almacenamiento y gestión de archivos y contenidos compartidos (p. ej.: Drive, Box, Dropbox, Office 365, etc.).
36	7	Herramientas para recuperar archivos eliminados, deteriorados, inaccesibles, con errores de formato, etc.
6	8	Estrategias de gestión de la información (empleo de marcadores, recuperación de información, clasificación, etc.).
Comunicación y colaboración		
10	9	Herramientas para la comunicación en línea: foros, mensajería instantánea, chats, vídeo conferencia, etc.
3	10	Proyectos de mi centro relacionados con las tecnologías digitales
8	11	Software disponible en mi centro (p. ej.: calificaciones, asistencias, comunicación con familias, contenidos, evaluación de tareas, etc.).
54	12	Espacios para compartir archivos, imágenes, trabajos, etc.
17	13	Redes sociales, comunidades de aprendizaje, etc. para compartir información y contenidos educativos (p. ej.: Facebook, Twitter, Google+ u otras).
33	14	Experiencias o investigaciones educativas de otros que puedan aportarme contenidos o estrategias.
35	15	Herramientas para el aprendizaje compartido o colaborativo (p. ej.: blogs, wikis, plataformas específicas como Edmodo u otras).
15	16	Normas básicas de comportamiento y etiqueta en la comunicación a través de la red en el contexto educativo.
23	17	Formas de gestión de identidades digitales en el contexto educativo.
Creación de contenido digital		
37	18	Herramientas para elaborar pruebas de evaluación.
47	19	Herramientas para elaborar rúbricas.
16	20	Herramientas para crear presentaciones.
50	21	Herramientas para la creación de vídeos didácticos.

Orden	Nº ítem	Dimensión
Creación de contenido digital (cont.)		
30	22	Herramientas que faciliten el aprendizaje como infografías, gráficos interactivos, mapas conceptuales, líneas de tiempo, etc.
28	23	Herramientas para producir códigos QR (Quick Response).
12	24	Herramientas para crear grabaciones de voz (podcast).
51	25	Herramientas que ayuden a gamificar el aprendizaje.
19	26	Herramientas de contenido basado en realidad aumentada.
7	27	El software de la Pizarra Digital Interactiva de mi centro.
2	28	Recursos Educativos Abiertos (OER, REAs).
52	29	Herramientas para reelaborar o enriquecer contenido en diferentes formatos (p. ej.: textos, tablas, audio, imágenes, vídeos, etc.).
49	30	Diferentes tipos de licencias para publicar mi contenido (copyright, copyleft y creative commons).
34	31	Fuentes para localizar normativa sobre derechos de autor y licencias.
38	32	La lógica básica de la programación, comprensión de su estructura y modificación básica de dispositivos digitales y su configuración.
22	33	El potencial de las TICs para programar y crear nuevos productos.
Seguridad		
29	34	Protección para los dispositivos de amenazas de virus, malware, etc.
39	35	Protección de información relativa a las personas de su entorno cercano (compañeros, alumnos, etc.).
5	36	Sistemas de protección de dispositivos o documentos (control de acceso, privilegios, contraseñas, etc.).
27	37	Formas para eliminar datos/información de la que es responsable sobre sí mismo o la de terceros.
43	38	Formas para controlar el uso de la tecnología que se convierten en aspectos distractores.
53	39	Cómo mantener una actitud equilibrada en el uso de la tecnología.
32	40	Normas sobre el uso responsable y saludable de las tecnologías digitales.
13	41	Puntos de reciclaje para reducir el impacto de los restos tecnológicos en el medio ambiente (dispositivos sin uso, móviles, tóner de impresoras, baterías, etc.).
Resolución de problemas		
46	42	Medidas básicas de ahorro energético.
26	43	Tareas básicas de mantenimiento del ordenador para evitar posibles problemas de funcionamiento (p. ej.: actualizaciones, limpieza de caché o de disco, etc.).

Orden	Nº ítem	Dimensión
Resolución de problemas (cont.)		
9	44	Soluciones básicas a problemas técnicos derivados de la utilización de dispositivos digitales en el aula.
41	45	La compatibilidad de periféricos (micros, auriculares, impresoras, etc.) y requisitos de conectividad.
4	46	Soluciones para la gestión y el almacenamiento en la «nube», compartir archivos, concesión de privilegios de acceso, etc. (p. ej.: Drive, OneDrive, Dropbox u otras).
45	47	Recursos digitales adaptados al proyecto educativo del centro.
14	48	Herramientas que ayuden a atender la diversidad del aula.
48	49	Formas para la solución de problemas entre pares.
42	50	Opciones para combinar tecnología digital y no digital para buscar soluciones.
25	51	Herramientas para realizar la evaluación, tutoría o seguimiento del alumnado.
40	52	Actividades didácticas creativas desarrollar la competencia digital en el alumnado.
31	53	Vías para actualizarme e incorporar nuevos dispositivos, apps o herramientas.
21	54	Espacios para formarme y actualizar mi competencia digital.

Fuente: Elaboración propia.

Referencias bibliográficas

- Álvarez Rojo, V. (2010). *Evaluación de competencias en la Universidad. Material del curso «Evaluación de competencias en el proceso de enseñanza aprendizaje»*. Secretariado de Formación y Apoyo a la Calidad, Universidad de Granada.
- American Psychological Association (1986). Standards for Educational and Psychological Testing: Six Reviews. *Journal of Educational Measurement*, 23, 83-98.
- Bentler, P. M. (2005). *EQS 6 Structural equations program manual*. Encino: Multivariate Software.
- Byrne, B. M. (2009). *Structural Equation Modeling with AMOS (2ª Ed.)*. New York: Routledge.
- Cardona, A. J. (2008). *Formación y desarrollo profesional del docente en la sociedad del conocimiento*. Madrid: Ed. Universitas.
- Catell, R. B. (1964). Validity and reliability: a proposed more basic set of concepts. *Journal of Educational Psychology*, 55, 1-22.
- Cattell, R. B. (1978). *The scientific use of factor analysis*. New York: Plenum.
- Comisión Europea (2001). *Basic indicators on the incorporation of ITC into European Education Systems: 2000-01 Annual Report*. Bruselas: Eurydice.
- Comisión Europea (2009). *Marco estratégico Educación y Formación 2020 (ET2020)*. Euridyce España. Recuperado de <http://www.mecd.gob.es/educacion-mecd/mc/redie-eurydice/prioridades-europeas/et2020.html>
- Comisión Europea (2016). *Education and training. Monitor 2016. Portugal*. Recuperado de https://ec.europa.eu/education/sites/education/files/monitor2016-pt_en.pdf

- Cope, C. H. y Ward, P. (2002). Integrating learning technology into classrooms: The importance of teachers' perceptions. *Educational Technology & Society*, 5 (1), 67-74.
- Cronbach, L. J. (1971). Test validation. En R. L. Thorndike (Ed.), *Educational Measurement* (2nd Ed.), (p. 143). Washington: American Council on Education.
- Cuban, L. (2001). *Oversold and underused: Computers in the classroom*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Davis, N., Preston, C. y Sahin, I. (2009). ICT teacher training: Evidence for multilevel evaluation from a national initiative. *British Journal of Educational Technology*, 40 (1), 35-48.
- Ferrari, A. (2013). *DIGCOMP: A Framework for Developing and Understanding Digital Competence in Europe*. Sevilla: European Commission. Joint Research Centre. Institute for Prospective Technological Studies.
- Fullan, M. y Donnelly, K. (2013). *Alive in the Swamp: assessing digital innovations in education*. London: Nesta.
- Gallego, M. J., Gámiz, V. y Gutiérrez, E. (2010). El futuro docente ante las competencias en el uso de las tecnologías de la información y comunicación para enseñar. *EDUTEC, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 34.
- Gaviria, J. L., Biencinto, M. C. y Navarro, E. (2009). Invarianza de la estructura de covarianzas de las medidas de rendimiento académico en estudios longitudinales en la transición de educación primaria a secundaria. *Revista de Educación*, 348, 153-173.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J. y Anderson, R. E. (2014). *Multivariate Data Analysis* (7ª Ed.). Essex: Pearson.
- INTEF (2017). *Marco de Competencia Digital*. Madrid: Ministerio de Educación, Ciencia y Deportes.
- Koehler, M. J., Mishra, P. y Cain, W. (2013). What Is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)? *Journal of Education*, 193 (3), 13-19.
- Mesick, S. (1980). Test Validity and the Ethics of Assessment. *American Psychologist*, 35, 1012-1027.
- Nunnally, J. C. (1978). *Psychometric theory* (2nd Ed.). New York: McGraw-Hill.
- Nunnally, J. C. y Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric Theory* (3ª Ed.). Nueva York: McGraw-Hill.
- OECD (2003). *Education at a glance. OECD INDICATORS 2003*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Parlamento Europeo y del Consejo (2006). *Recomendación del Parlamento Europeo y del Consejo de 18 de diciembre de 2006 sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente*. Diario Oficial de la Unión Europea.
- Sangrá, A. y González-Sanmamed, M. (2004). *La transformación de las universidades a través de las TIC: Discursos y prácticas*. Barcelona: Ediuoc.
- Solmon, L. C. y Wiederhorn, J. A. (2000). *Progress of technology in the school: 1999. Report on 27 states*. Santa Monica, CA: Milken Family Foundation.
- Tondeur, J., Valcke, M. y Van Braak, J. (2008). A multidimensional approach to determinants of computer use in primary education: Teacher and school characteristics. *Journal of Computer Assisted Learning*, 24 (6), 494-506.
- Tourón, J. (2016). *TPACK: un modelo para los profesores de hoy*. *Educación, Tecnología y Talento*. Recuperado de <http://www.javiertouron.es/2016/05/tpack-un-modelo-para-los-profesores-de.html> (Consultado el 18/7/2017).
- UNESCO (2002). *Information and communication technology. A curriculum for schools and programme of teacher development*. Paris: UNESCO.
- UNESCO (2003). *Communiqué of the ministerial roundtable on 'Towards Knowledge Societies'*. Paris: UNESCO.
- UNESCO (2008). *ICT competency standards for teachers: Competency standards modules*. Paris: UNESCO.

Windschitl, M. y Sahl, K. (2002). Tracing teachers' use of technology in a laptop computer school: The interplay of teacher beliefs, social dynamics, and institutional culture. *American Educational Research Journal*, 39 (1), 165-205.

Biografía de los autores

Javier Tourón es Catedrático y Vicerrector de Innovación y Desarrollo Educativo en la Universidad Internacional de La Rioja (UNIR). Past-President del *European Council for High Ability* (2000-2004) y miembro del *National Advisory Board* del *Center for Talented Youth* (CTY) de la Universidad Johns Hopkins (2003-2011). Sus líneas de investigación se centran en las altas capacidades y el desarrollo del talento; la evaluación educativa y la tecnología educativa.

Deborah Martín es Profesora en la Universidad Internacional de La Rioja (UNIR). Doctora en Educación por la Universidad Complutense de Madrid, Psicóloga Forense y Criminóloga. Es miembro de los grupos de investigación «Pedagogía adaptativa» de la Universidad Complutense, y «*Flipped Mastery Learning* en entornos online» y «Evaluación y análisis secundarios

del sistema educativo» de la Universidad Internacional de La Rioja (UNIR).

Enrique Navarro Asencio es Profesor Ayudante Doctor en la Universidad Complutense de Madrid (UCM). Se doctoró en Pedagogía por la UCM en 2013 recibiendo el Premio extraordinario de doctorado. Su línea de trabajo está relacionada con psicometría y evaluación del rendimiento académico y factores asociados.

Silvia Pradas es Profesora y Directora del Máster de Neuropsicología y Educación, y del Máster en Tecnología Educativa y Competencias digitales en la Universidad Internacional de La Rioja (UNIR). Se doctoró en Ciencias de la Educación por la Universidad Camilo José Cela (UCJC). Su línea de investigación se centra en la neuropsicología y la tecnología aplicada a la educación.

Victoria Íñigo es Ayudante Doctor en la Universidad Internacional de La Rioja (UNIR) y Directora del Máster de Formación del Profesorado en la Facultad de Educación de UNIR. Doctora por la Universidad de La Rioja, su actual línea de investigación es la formación del profesorado en competencia digital docente y *Flipped Classroom*.

sumario *

table of contents **

José Antonio Ibáñez-Martín

75 años al servicio de la educación

75 years at the service of education

Estudios Studies

David Menéndez Álvarez-Hevia

Aproximación crítica a la Inteligencia Emocional
como discurso dominante en el ámbito educativo

A critical approach to Emotional Intelligence

as a dominant discourse in the field of education

Javier Tourón, Deborah Martín,

Enrique Navarro Asencio, Silvia Pradas

y Victoria Íñigo

Validación de constructo de un instrumento
para medir la competencia digital docente
de los profesores (CDD)

Construct validation of a questionnaire

to measure teachers' digital competence (TDC)

Jordi Longás Mayayo, Elena Carrillo Álvarez,
Albert Fornieles Deu y Jordi Riera i Romani

3 Desarrollo y validación del cuestionario
sobre condicionantes de éxito escolar
en alumnos de secundaria

*Development and validation of a questionnaire
about determinants of academic success
in secondary school students*

55

Notas Notes

Carmen Caro Samada, Josu Ahedo Ruiz
y Francisco Esteban Bara

La propuesta de educación moral
de Kohlberg y su legado en la universidad:
actualidad y prospectiva

*Kohlberg's moral education proposal and
its legacy at university: present and future*

85

* Todos los artículos están publicados en inglés en la página web de la revista: www.revistadepedagogia.org.

** All the articles are published in English on the web page of the journal: www.revistadepedagogia.org.

Jaume Camps Bansell y Elisabeth Vierheller

Escuelas diferenciadas en España:
un análisis cualitativo de las razones
y percepciones de sus directivos
*Single-sex schools in Spain: a qualitative analysis
of the reasoning and perceptions of their principals*

101**Pilar Martínez Clares y Cristina González Lorente**

Orientación, empleabilidad e inserción laboral
en la universidad a través de un
Modelo de Ecuaciones Estructurales
*Career guidance, employability, and entering
the workforce at University through a Structural
Equation Model*

119**Olga Duarte Piña**

La Enseñanza de la Historia: innovación
y continuidad desde Rafael Altamira
*Teaching History: innovation and continuity
since Rafael Altamira*

141**Josefina Sánchez Rodríguez,
Talía Cristina Morillo Lesme y
Concepción Riera Quintana**

Evaluación de las necesidades afectivas
en niñas y niños adoptados: manifestaciones
en su expresividad psicomotriz
*Evaluating the affective needs of adopted children:
demonstrations of psychomotor expressiveness*

157

Reseñas bibliográficas**Martínez, M., Esteban, F., Jover, G. y Payá, M.**

La educación, en teoría (Juan Luis Fuentes).

Sarramona, J. *Conservadores e izquierdistas
frente a la educación* (José Antonio Jordán).

Buxarrais, M. R. y Burget, M. (Coord.) *Aprender
a ser. Por una pedagogía de la interioridad*
(Gema Pilar Sáez Suanes). **Musaio, M.** *Realizzo
me stesso. Educare i giovani alla ricerca delle
possibilità* (Carmen Urpí Guercia).

Pérez-Pérez, C. *Educación en valores para la
ciudadanía. Estrategias y técnicas de
aprendizaje* (José L. González-Geraldo).

175

Informaciones

Conferencia TEPE 2018 sobre «Reclutamiento
y educación de los mejores docentes: política,
profesionalismo y pedagogía». I Congreso
Internacional sobre «Educación del Carácter
en Latinoamérica: Retos y Oportunidades».
IX Congreso Internacional de Psicología y
Educación (CIPE) sobre «Psicología, Educación
y Neurociencias. Construyendo puentes
para el desarrollo humano». V Congreso
Internacional EDO (CIEDO) sobre «Liderazgo
y gestión del talento en las organizaciones».

Una visita a la hemeroteca (Eva Ramírez Carpeño).

Una visita a la red (David Reyero).

191

Instrucciones para los autores

Instructions for authors

201

ISSN 0034-9461 - Depósito legal: M. 6.020 - 1958

e-ISSN 2174-0909 Rev. esp. pedagog. (Internet)

INDUSTRIA GRÁFICA ANZOS, S.L. Fuenlabrada - Madrid