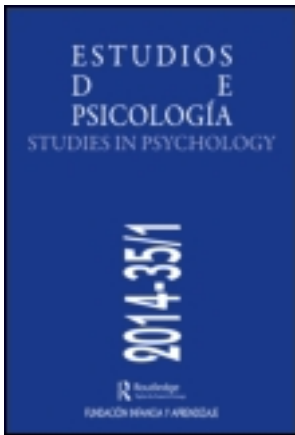


This article was downloaded by: [Nicolás Marín]

On: 02 May 2014, At: 08:19

Publisher: Routledge

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



Estudios de Psicología: Studies in Psychology

Publication details, including instructions for authors and subscription information:

<http://www.tandfonline.com/loi/redp20>

Constructs to describe individual knowledge / Constructos para describir el conocimiento individual

Nicolás Marín^a

^a Universidad de Almería

Published online: 30 Apr 2014.

To cite this article: Nicolás Marín (2014) Constructs to describe individual knowledge / Constructos para describir el conocimiento individual, Estudios de Psicología: Studies in Psychology, 35:1, 29-57, DOI: [10.1080/02109395.2014.893652](https://doi.org/10.1080/02109395.2014.893652)

To link to this article: <http://dx.doi.org/10.1080/02109395.2014.893652>

PLEASE SCROLL DOWN FOR ARTICLE

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

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

Constructs to describe individual knowledge / *Constructos para describir el conocimiento individual*

Nicolás Marín

Universidad de Almería

(Received 16 July 2011; accepted 12 July 2013)

Abstract: The basic unit of any cognitive model that attempts to describe individual knowledge and its manifestations must be chosen carefully, as the resulting position on learning, teaching and, in general, of the psychological research subject depends largely on this choice. The objective is to assess and contrast two constructs of enormous significance in cognitive psychology that have been used as cognitive units under different theoretical contexts: the concept in its classical sense, and the scheme in its organismic version. Arguments are presented to show that the latter is more consistent with constructivist assumptions and is more respectful of psychological data such as the Gestalt and prototype effects or the existence of procedural and implicit knowledge.

Keywords: assessment; concept; scheme; constructivism

Resumen: Es importante la elección de la unidad básica de cualquier modelo cognitivo que pretende describir el conocimiento individual y sus manifestaciones, pues la visión que se pueda tener del aprendizaje y de la enseñanza y, en general, del sujeto de investigación psicológica, dependerá en buena medida de dicha elección. La intención es evaluar y contrastar dos constructos de gran relevancia en psicología cognitiva, que bajo contextos teóricos diferentes, han sido usados como unidades cognitivas: el ‘concepto’ en su acepción clásica y el ‘esquema’ en su versión organicista. Se apilan argumentos para mostrar que este último es más coherente con los supuestos constructivistas y ofrece una mayor adecuación con datos psicológicos, tales como los efectos Gestalt y prototípicos, o la existencia de un conocimiento procedimental e implícito.

Palabras clave: evaluación; concepto; esquema; constructivismo

A cognitive model of mental activity, like the atomic model of matter, is not an entity that is part of reality and from a certain constructivist position, does not even correspond to reality (Delval, 1997). It is simply a rational invention useful

English version: pp. 29–41 / *Versión en español:* pp. 42–53

References / *Referencias:* pp. 54–57

Translation / *Traducción:* Liza D’Arcy

Author’s Address / *Correspondencia con el autor:* Universidad de Almería, Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales, 04120 La Cañada San Urbano Almería, Spain. E-mail: nmarin@ual.es

for explaining regularities in the subject's cognitive manifestations. The most basic construct of a cognitive model is its cognitive unit, just as the atom is for the atomic model.

From different positions, the cognitive unit that organizes the subject's knowledge has been given many different names. Thus, it is called, action or operative scheme (Coll, 1983; Delval, 1997; Piaget, 1978a), implicit theory (Castorina, Alicia, & Toscano, 2008; Pozo, Scheuer, Mateos, & Echeverría, 2006; Rodrigo & Correa, 1999), personal theory (Kelly, 1955), domain theory (Karmiloff-Smith, 1994; Vosniadou, 2009), intuitive theory (Guo & Carey, 2008; Pozo, Scheuer, Mateos et al., 2006), cognitive scheme (Pascual-Leone & Johnson, 2005; Rumelhart & Ortony, 1982), alternative scheme (Driver, 1986), mental model (Gutiérrez, 2005), etc., with the caveat of differences in detail, due to the fact that they are based on or supported by different assumptions (Castorina, 2002; Delval, 1997; Pozo, 1989; Vuyk, 1985), in general, cognitive functions that different authors allocate, show similarities but also differences (Marín, 2003a).

The mental constructs referred to are molar units of cognitive organization whose functions are to: provide stability, assimilate, interpret and give meaning to external information, create order from the diversity of surrounding information, make inferences, plan and guide interactions with the environment, store and retrieve data from memory, make predictions, and so on. These constructs show differences because they are supported by theoretical or epistemic contexts that perceive relevant issues such as the allocation of meanings or cognitive acquisition dissimilarly (Pozo, 2003; Pozo, Scheuer, Pérez Echeverría et al., 2006).

This paper aims to assess and contrast two very relevant constructs in cognitive psychology, which have been used as cognitive units under very different theoretical contexts: the *concept* in its classic sense and *scheme* in its organicist version. To do this, the version of constructivism that provides the theoretical and epistemological basis is first explained. After that, the construct that is most respectful to the psychological, empirical regularities of Gestalt, prototype effects and existing data on implicit and procedural knowledge are all analysed, to subsequently ponder the appropriateness of both constructs facing the problem of allocation of meanings.

Approaching the theoretical framework of organic constructivism

The constructs to be compared and assessed are entities of a cognitive model that is more theoretical than observable, making it easy to understand that on some occasions the arguments show a certain speculative nature that largely depends on the epistemological and theoretical position adopted.

Two measures will be taken to ensure the argument is less speculative and that the conclusions are more definitive: a) specify which version of constructivism has been adopted, outlining differences compared to other positions with the aim of creating a theoretical and epistemological context that reduces the speculative margin, and b) use a variety of empirical data drawn from psychological research

with different theoretical foundations and contexts to thus analyse which construct best or most adequately explains them.

Organic Constructivism (OC) is the version that will be used as a reference. Regarding the origin of knowledge, this version presents an intermediate position upon stating that knowledge is constructed by the interaction between the subject and object, so that personal experience (emphasized by *empiricism*) is as important as the subject's rational activity (emphasized by *rationalism*), distancing itself from extreme positions.

OC assumes that the entire cognitive structure has a genesis (Delval, 1997) so it moves away from *apriorism*, which does support innate structures. It considers *knowledge* and *reality* as two categories of different natures, such that a correspondence between them cannot be established, as one is in *realism*. This is why it is said that there is one reality constructed by the subject and another one that is external to it, which can be interacted with but cannot be accessed, in order to, by way of example, compare it directly to the knowledge of reality that the subject has. For OC there is a relationship between the subject and the environment that is understood only through an adaptive sense (Delval, 1997; Piaget, 1978a; Vuyk, 1985), which distances it from empiricist or idealist extreme solutions. Without actually identifying it, CO adopts a position similar to the relational/dialectical approach (Castorina, 2010; Lenzi, 2010) in the sense that the subject's cognitive construction evolves with its dialectical interaction with the environment.

CO acquires its organicist entity when it takes the analogy of a living organ as a model for cognitive organization and construction. Thus it posits that knowledge arises or is a consequence of the self-regulatory capacity of all living things. This means that when faced with imbalances, disturbances or conflicts, the cognitive system has the capacity to somehow compensate and to return to a new equilibrium. New cognitive constructions arise from these processes (Piaget, 1978a).

As constructivism is essentially an epistemological position and organicism an analogue model, they show a similar dialectic attitude and complement each other as both state that the interaction between the environment and the subject (organic entity) modifies its cognitive structures and as a result, new interactions and its way of perceiving the environment (constructed reality).

The dialectic position that OC takes clashes with the mechanistic model that interprets reality with the metaphor of the machine, where phenomena are reduced to movement and force transmission. Any real entity can be dismantled into the parts it consists of, assuming that the sum of the parts equals the whole (view of reality as a collection of closed systems). Furthermore, reality can be explained by understanding the cause-effect relationships that exist between the parts, assuming that they are simple, linear and/or proportional. This can be seen as a virtue when studying physical phenomena, but it is an obstacle when studying other complex phenomena such as cognitive phenomena. The mechanism is basically a reductionist position as it tries to understand or interpret reality by reducing the complex to the simple (Peñalver, 1988; Sánchez Meca, 1996).

There are constructivist versions that are committed to the idea that it is the subject's prior knowledge that allows it to interpret reality, but they simultaneously assume that a more or less direct correlation between knowledge and reality can be established (empiricist positions) or that knowledge issues are addressed from mechanistic or reductionist positions (Castorina, 2002; Marín, 2003b; Pozo, Scheuer, Pérez Echeverría et al., 2006).

Mechanistic constructivism separates or demarcates the parts of the whole following logical criterion and causal, linear relationships and thus has a natural inclination to analyse dualistically (Lenzi, Borci, & Tau, 2010), while OC shows a more monistic tendency to distinguish reality as constructed from external reality and to adopt a dialectic treatment between the two, it discards the need or to takes pressure off separative thought (Castorina, 2002; Lenzi et al., 2010). Thus, for example, the subject/object duality shows an organic relationship that prevents seeing one without the other or the brain/mind duality that could be seen as two different descriptive levels of the same reality. It is therefore about dissociating the systems that make up a whole before further analysing its ties, knowing that the interaction is necessarily dialectical and organic (Lenzi, 2010; Overton, 2004).

Ultimately, it is OC's epistemological and theoretical framework that will be used to assess the concept constructs in the classic sense and scheme in its organicist version. Because of its reductionist and empiricist nature, the mechanistic version scheme will not be the version chosen for this comparison. More in-depth versions of OC can be found in other work (Marín, 2003b, 2005, pp. 28–37) but because of the limitations to this paper, here it has been reduced to the basics for the subsequent argument.

The concept as a cognitive unit: conceptual network models

Since Greek philosophy there has been a significant tradition in considering *concepts* as the ultimate elements of all thought (Ferrater Mora, 1978). In its most commonly accepted form, the *concept* is synonymous with an abstract or general idea, but it is primarily a sign or a semantic procedure that makes the description or classification of objects possible (Sánchez Meca, 1996). The *concept* differs from the signifier that denominates it, since it also consists of a certain semantic load and is also distinguished from the objects to which it refers to, which are the intentional correlates of concept (Ferrater Mora, 1978).

Thus, the *concept* is an idea that is *abstract*, taken from certain object features, and *general*, upon extending those characteristics thus considered to all objects that possess them. Every concept is characterized by their *understanding* (a set of characteristics or attributes that define it) and *extension* (set of objects or concepts of a lower order to those it refers to). For example, given a set of geometric objects, if the understanding is 'object with three sides', the extension is each and every one of the triangular objects in the set. Understanding and extension are part of the logical aspect of the concept once it is developed.

In this sense, the *concept* can be seen as a product of logical thought, which expresses the set of common and characteristic features of an object, occurrence or

situation. In its *classical sense*, the *concept*, and its relationship to other concepts, can be likened to the logic of class (Pozo, 1989), which means, among other logical relations, that it shows *coordination between comprehension and extension*, that is, given the attributes that define the concept (understanding), all the elements that comply with the criteria established in the understanding and those that do not, can be accurately set. The list of attributes is necessary and sufficient to define the concept without ambiguity, such that the world is divided between elements that have these attributes, and therefore belong to the extensional set of the concept, and those that do not.

The lattice or grid of concepts linked together by their hierarchical relationships, comparable to the logic of class (Ausubel, 1982; Carey, 2000), shall be called the *conceptual network model*. In current literature, the conceptual network models and the use, with a greater or lesser approximation, of the concept as a cognitive unit in the classical sense to understand the student's knowledge are quite widespread (Benlloch, 1997; Chi, 2008; Guo & Carey, 2008; Novak, 1982; Rodrigo, 1997).

The knowledge of science is the typical example that is often given for formal knowledge that is governed or that can be assimilated by a conceptual network model (Marín, 2003a). Perhaps the strong appeal that this knowledge has roused explains the popularity of the analogy of the 'everyday man as a scientist' (Kelly, 1955). For many authors, there are enough significant analogies between the knowledge of science and the individual to authenticate the use of constructs such as *concept* and *theory* in understanding the subject's cognitive and affective functioning (Botella, 2001), and in particular to address the education of science (Yang, 1999).

Thus personal theories can be conceivable as composed of an irrefutable hard core and a protective belt of hypothetical propositions, which direct personal experimentation in an attempt to increase the predictive capability of the system and its internal coherence without compromising its nuclear construction (Carey, 1991, 2002; Luffiego, Bastida, Ramos, & Soto, 1994).

Followers of the 'student as a scientist' analogy as well as the construction *concept*, typically use *theory*, *implicit theory* or *personal theory* as an organized structure of concepts, governed by certain principles that are often characterized by ontological and epistemological notes (Benlloch, 1997; Carey, 1991, 2002; Chi, 2008; Rodrigo, Rodríguez, & Marrero, 1993; Vosniadou, 2007). In short, the use of conceptual network models to understand the subject's learning, teaching or mental activity is quite frequent in the literature.

The cognitive model consists of an intertwining of organismic schemes

Less frequent than conceptual network models are models where the cognitive unit is a scheme. In the epistemological OC context this unit is called *organismic scheme*, and has the dual function of being organic accumulator and adaptive regulator of interactions between the subject and the environment (it allocates

meanings, manages or plans activity, assimilates experiences, interprets external signifiers, etc.).

The different schemes are arranged in a cognitive structure governed by laws of composition that give the whole aggregate properties that are different to the elements (Piaget, 1974). This structure can be understood as a special organ that goes beyond the adaptive capacity of the subject's biological system (Piaget, 1969). In addition it has the ability to assimilate and transform reality, unlike *the tools of figurative thought* (mental picture, sign, symbol, verbal signifier, etc.) which are static in nature and whose function is to represent and make declarative the procedural and implicit content of the schemes (Piaget, 1977). While schemes allow an allocation of meanings, figurative instruments are internalized signifiers.

The scheme is the molar and stable unit of the cognitive structure (Piaget, 1974). There would be a scheme for each aspect or sector of reality which demands an adaptive fitness (Piaget, 1969) from the subject. A cognitive model that consists of a hierarchically grouped into levels, schemes structure (Marín, 1994a, 2005) which considers at least two levels, is possible:

At the *first level*, the one that is closest to the subject's interactions with its environment, where interactions with sectors or particular aspects of reality occur through simple or empirical abstraction processes, the *specific schemes dependent on content* are found (Marín, 1994b). On the one hand, interactions with the physical and natural environment generate schemes that provide the subject with orientation skills, a sense of balance, the ability to estimate the consistency of objects, etc., and on the other hand, direct and experienced interactions with the social environment or mediated by socially shared symbols and signs (Rodrigo, Rodríguez, & Marrero, 1993), both make up the schemes that provide the ability to belong to a group, decide the most appropriate clothing according to context or select the appropriate vocabulary for the situation.

Located at the *second level* are the cognitive constructions produced by processes of internal reflection on content and cognitive procedures, initially from the first level, although just like the implicit cognitive contents, they can be represented explicitly through the system of cultural signs and symbols. The contents of this second level also become the object of reflection. Constructions, in delayed internal processing, tend to occur after long periods of intense cognitive and affective involvement by the subject. Of the different cognitive products created by reflective processes, *operative schemes* are those which have the most literature (Inhelder, Sinclair, & Bovet, 1974; Lawson, 1993; Marín, Benarroch, & Jiménez-Gómez, 2000; Niaz, 1991; Shayer & Adey, 1984, 1993).

Concepts and schemes contrasted with psychological data

Currently, few would dispute that thought is completely conceptual. What seems to explain the fact that the notion of concept is commonly accepted as a molar unit of the cognitive system, is that it offers an image of knowledge that is full of appeal and social values, giving feelings of safety in a real world that is very different from the orderly image the conceptual world offers, governed by orderly,

logical and precise patterns, and which allows a rapid flow of culture in a conceptual format, facilitating interpersonal cognitive homogeneity and enabling effective communication.

However, in recent decades both empirical evidence and theoretical inconsistencies have been accumulating, showing the inadequacy of the conceptual network position as a cognitive model, it would be relevant and appropriate to expose them all together as, among other reasons, the cognitive model that is adopted strongly determines the results of the diversity of studies and research where the human subject is under study.

The problem of comparing the two constructs being analysed, the concept and scheme, is that they share similar cognitive functions such as interpreting, organizing, inferring, deciding, predicting, guiding, managing attempts, and contrasting, among others. This makes it difficult to discern the most appropriate construct from the psychological data as it largely depends on the epistemological position of the observer. Despite these difficulties, here are the results of a comparison of the two constructs:

A. Schemes more adequately explain the prototype effects observed in natural categories constructed by the subject. These obey criteria of familiarity, likeness or similarity more than criteria emanating from the logic of class as would be expected of a conceptual network model.

The regularities found in psychological experiments on identification and categorization of real world or symbolic entities are called 'prototype effects'. Thus, these effects show that good examples or prototypes of a category are remembered before bad ones are, they are learned faster and less time is taken to decide whether they are examples of a category. Typicality effects have been corroborated in numerous research projects to such an extent that any theory on the acquisition of knowledge should take them into account (Pozo, 1989). Thus, the prototype would be a real or ideal example of the category that has the most familiar or recognizable features or the most significant for the subject. The apple is a magnificent example of fruit but a lot less the olive.

Prototype effects calls into question the conceptual network model that expects, that the attributes of a concept in the categorization processes are a necessary condition to belong to a category, that all attributes are considered with equal intensity and that all examples are equally representative of a category. By contrast, the data shows that the subject categorizes reality in a diffused or blurred manner and that the extension of a concept is not incoherent with the extension of neighbouring concepts.

The repeated finding of prototype effects in numerous psychological experiments results in the neglecting of the line of research that uses the *category model denominated logic*, defined by a list of necessary and sufficient conditions, to focus on the analysis of categories denominated *natural* (Kleiber, 1995).

B. Gestalt effects show that human perception undergoes a schematic assimilation process that seems to suggest the presence of schemes more than concepts of mental activity.

Since the beginning of the last century there have been numerous psychological experiments on perception in a Gestalt context that show the existence of regularities denominated closure, similarity, proximity, continuity, simplicity, etc., which are repeated over and over again for any subject that addresses these perceptual experiments. These Gestalt laws, which were initially mainly found in the visual perception field, were also observed in other human senses and in higher mental processes (Bruce, Green, & Georgeson, 2003). In short, Gestalt effects show that perception is not direct but that it is assisted by the subject's pattern recognition who is bias in 'good forms' towards what they perceive.

From the constructivist perspective held here (Delval, 1997; Marín, 2003b), pattern recognition observed by the Gestalt are due to stable structures from inside the subject. What we see depends on what we are like (Claxton, 1987; Delval, 1997; Pascual-Leone & Johnson, 2005; Piaget, 1978b). Thus, the trend observed of completing what is supposedly unfinished, grouping by similarities or proximity, or completing 'unfinished' graphics with 'good forms' are due to an internal order which also has a schemastic character.

Such patterns are due to, on the one hand, continuity criteria, similarity, symmetry, etc., and on the other, they appear flexible and adaptive to the uniqueness of what is observed, which seems to show that at least a significant part of the cognitive organization is not due so much the rigid logic of a conceptual organization but to an organization of semantic and experiential schemes (Marina, 1998; Piaget, 1974).

C. Scheme structures are better suited than conceptual network models to explain the wide variety of data that show that much of the cognitive content of the mind is procedural in nature, much of which is implicit.

Involving the subject's procedural knowledge further and, above all, providing better theoretical resources to give it more presence in the subject's cognitive development was one of Piaget's greatest achievements (1977). Thus the first cognitive structures are sensorimotor, later, through symbolic play the child is initiated into language: the child begins to differentiate meanings and signifiers and gradually regulate, through interaction with others, their particular meanings closing in on those that are socially shared (Piaget, 1975). Subsequently, with awareness, schemes become explicit and will eventually become representative through semiotic materials, which gain in extension, coordination and control (Piaget, 1976).

From a different context to that of Piaget, on the one hand, a type of primary learning has been emphasized, both in phylogenesis and in ontogenesis, of a procedural and implicit nature, whose cognitive constructions are more robust than those generated by explicit, deliberate or intentional learning (Poza, 2003; Reber, 1993) and, on the other hand, what has been called *representational redescription* by which the subject's social, cultural and academic interaction leads them to modify their implicit content in a redescription process that moves through several levels of explanation (Karmiloff-Smith, 1994; Poza, 2003).

More recently the subject's implicit procedural structures have been reemphasized compared to, for example, declaratives, giving more relevance to action in

the construction of meaning (Noë, 2006) or showing that an embedded (or embodied) organic or procedural vision is more suitable for understanding knowledge (Overton, 2004; Pezzulo, 2011; Pozo et al., 2010). At the same time, efforts to establish relationships between implicit and explicit knowledge is seen as important. Thus, some perceive an alternating predominance or that the second arises from the first (López, 2005), others note that the relationship established between both types of knowledge will depend on the psychological context that characterizes them (González, 2004) or the manner in which metacognitive processes are emphasized to either a greater or lesser extent (Dienes & Perner, 1999).

From a theoretical perspective, how do the constructs concept and scheme intervene to explain and understand procedural knowledge? Most followers of *conceptual network models* have as a reference the knowledge of science to interpret the subject, so they tend to perceive a cognitive structure as conceptual and explicit, where the procedural in the subject is reduced to symbolic combination rules or is simulated by scientific activity procedures (Marín & Cárdenas, 2011). It becomes clear that conceptual network models give a restrictive view of individual knowledge. However, it is not difficult for the scheme construct, whose genesis is procedural in nature, to explain the procedural activity of the subject (Piaget, 1977) and, with the use of figurative thinking instruments, their declarative manifestations.

In short, the construct scheme proves to be more suitable for interpreting the data shown in A, B and C. By contrast, the construct concept proves to be more restrictive (C) or less suitable (A and B), even allowing a certain speculative margin given the theoretical entity of both constructs. In general, the organismic construct scheme shows a more complete cognitive view of the different aspects and cognitive manifestations, while the construct concept offers a more reductionist view (e.g., Delval, 1997; Marín, 2003b; Peñalver, 1988; Pozo, 1989).

This conclusion is confirmed by a significant current of authors who point to the construct scheme as the most suitable scheme to explain the subject's cognitive manifestations (Bliss, 1995; Bloom, 1992; Castorina, 2006, 2012; Claxton, 1987; Delval, 1997; DiSessa & Sherin, 1998; Marina & López Penas, 1999; Rankin, 1995; Vosniadou, Vamvakoussi, & Skopeliti, 2008).

A theoretical position that is more suitable to the construct concept: socially shared semiotic frameworks

To place the construct concept in a proper context, it is essential and convenient to define the links between the signified and signifier (hereinafter S-S). The common root of the two morphemes hides the fact that they will have such different cognitive functions: the signifier can be a sign, a symbol, an indication, a gesture, a landscape, an idea, a feeling, a word etc. The signified is what makes the subject feel or understand the signifier and depends on their experiences, feelings, previous knowledge, interaction with others, etc. and in general, their cognitive, affective, biological and social history (Castilla del Pino, 2000; Marina, 1998;

Noë, 2006). The signified can only be allocated within the subject as it is a uniquely human attribute (Fernández, Sánchez, Aivar, & Loredó, 2003; Noë, 2006).

Along the same lines, signifiers, alone or part of organized frameworks are information that require a subject to assign it meaning and to integrate it into prior knowledge in order to become knowledge (Delval, 2002; Marín, 2005; Pozo, 2003). While the information may be gained externally, there can be no signified or knowledge without a subject (Loredó, 2004). The signifiers are also on an internal level, just as *figurative thinking tools* (Piaget, 1980) are, a kind of static knowledge, necessary to make dynamic knowledge representative, procedural and implicit, composed of scheme structures with the capacity to transform, infer and allocate meaning. These semiotic resources, internalized and socially shared, can make explicit implicit procedural knowledge.

This image of signified that only exists within the subject collides with a long tradition that posits that the concept, as a construction external to the subject, contains its meaning. It is normal to understand signified as a concept, for example, its definition in a dictionary, a list of its attributes, its position and relationship in a conceptual framework or the same social context from which it arises. However the psychological experiences discussed above show that the subject does not assimilate these attributes with the same intensity, nor does it relate concepts according to the logic of class or coordinate with accurate logic the extension and understanding of the concept. The signified is a subject's inner experience that cannot be reduced to a set of logically structured signifiers (Marina, 1998).

It is not pejorative to reduce the signified of the concept to mere signifiers, as these are usually in structured groups and possess the high social value of being 'facilitators' that assist the individual in acquiring a more suitable meaning than that which they may have acquired through personal experience and one which is more shared, thanks to the unique convergence mechanism that unifies signifieds, since signifiers and S-S ties are socially shared. It is important to not confuse 'facilitating acquisition of a signified' through structures of signifiers with the signified itself.

According to the above, it would be wrong to view conceptual networks as expressions of knowledge or as the expression of 'social meaning', rather, they are networks of signifiers locked in through grammatical rules and whose different formats can provide more or less the allocation of meanings and/or knowledge acquisition (Martí & Pozo, 2000). Indeed, the interaction of the subject in an interpersonal space immersed in the diversity of social activities follows a dialectical tension dynamics that induces each individual to adjust their personal meanings and their S-S ties. A consequence of intense social interaction is that the margin of tolerance of meanings decreases (Marina, 1998) and that S-S ties are formed quickly and become stable, so that it appears that interpersonal communication is achieved by signifieds rather than, as it is in reality, signifiers. This interpretation is supported by a thorough understanding between people, however, thinking this way complicates understanding the flexibility needed in

communication to adapt to each context or for the diversity of interpersonal and even more so, intercultural, interpretations. The image of social meanings dancing without a subject in an interpersonal space or to say that signifieds are written in physical mediums is incompatible with OC.

There is a strong symbiosis between the semiotic framework and the community that professes it, that which knows how to assign meaning, and in addition, share them (Marín, 2010). This symbiosis creates an organic bond between individual members of the community through socially shared meaning and S-S ties in such a way that synergistic effects occur that could not be explained by the sum of individual contributions (Bertalanffy, 1979; Moreno, 2011).

According to the above interpretation, the reality of the concept is reduced to a socially shared construct or product of logical thought, with the mired intention of wanting to become psychological signified through other signifiers and appropriate grammatical resources (Marina, 1998).

Hypothesis and reflections on a cognitive structure model

Some of the objections raised about the inadequacy of the construct *concept* as a basic unit of the cognitive organization could be rescued, if the hypothesis of a dual cognitive structure is acknowledged; one that is organized as a conceptual network and the other, a semantic-experiential one, of a procedural and implicit nature, organized by schemes among which there would be linkages with ever increasing intensity insofar as associations between semiotic materials and implicit procedural content are being created (Claxton, 1987; Karmiloff-Smith, 1994; Pozo, 1989, 2003).

A dual cognitive structure model, conceptual and semantic-experiential, is attractive because it includes the better parts from the two most widely used mental constructs: concepts and schemes. However, the simplicity criteria gives more theoretical value to the cognitive model that, while respecting the diversity of empirical data and theoretical coherence between the parts, uses the fewest possible constructs.

Thus, contrary to the dual cognitive structure hypothesis a more simplified second hypothesis could be proposed where there is only one schemes structure so that ‘conceptual or declarative manifestations’, rather than emerging from stable constructs of cognition, would be temporary constructions because of the combination of schemes and figurative thinking tools (Piaget, 1977). There are empirical data and methodological reasons that seem to support the second hypothesis:

Following experiments in prototype effects it is believed that the models are context-dependent and function-specific of the task (Barsalou, 1983). This seems to suggest a very plausible hypothesis that can explain these results: concepts rather than abstract entities stored in the long term memory in a stable manner are *temporary structures* that the subject produces in the working memory with stable cognitive materials and the contextual data that the specific demand of the task provides.

In research on student conceptions, it is conceivable to think that the following interpretative bias could be made by the researcher: in the process of categorization and interpretation, the interviewee's responses are assimilated into the expert's conceptual structure and they then categorize responses into 'conceptual categories', which the subject does not necessarily have. It is also possible to think that the responses given by the subject are a combination of their schemes and the figurative thought resources (signs, symbols, images, etc.) that are stored in their short-term memory, even if it has nothing to do with their schemes because they have given random responses or made them up. This 'methodological effect' has been frequently found during more than two decades of reviewing the prolific line of research on the trainee's conceptions of science which has systematically categorized the student's responses using the researcher's academic conceptual framework for its interpretation, obtaining biased and even possibly erroneous information from the student (Jiménez-Gómez, Benarroch, & Marín, 2006; Marín, Jiménez Gómez, & Benarroch, 2004; Marín, Solano, & Jiménez-Gómez, 2001).

It is possible that something similar to this has occurred in the field of psychology and locating the construct 'concept' in the subject's mind is nothing but the 'effect' of wanting to interpret the subject's responses as if their knowledge was organized according to the conceptual network model. That the researcher-observer uses the formalism of the *concept* to assimilate and describe the subject's manifestations does not necessarily mean that this is the most appropriate way to describe their mental activity. This interpretive bias occurs most often in contexts where excessive emphasis is put on methodological aspects in research lacking adequate theory (Castorina, 2002, 2006; Marín, 2011).

In investigations where the construct framework has been used to understand the knowledge the student has in 'situations of mechanical equilibrium' and on 'corpuscular nature of matter' (Benarroch, 1998; Marín, 1994a) it was concluded that considering a *small quantity of knowledge schemes* it is possible to explain a large diversity in student responses (Marín, 1997; Marín et al., 2000).

The second hypothesis that a schemes only cognitive structure considers, of a procedural and implicit nature, with partial capacity to make itself explicit and therefore to think reflexively or be object of its own metacognitive reflection, should not dismiss the concept construction of studies on knowledge, even admitting the awkwardness of the construct to describe individual knowledge, thus:

The construct concept can be used for better communication between socially formalized expert knowledge, such as science, mathematics, logic, linguistics, etc. The presence of the construct creates a context of dialectical tension in communication between experts who can help further formalization and cognitive convergence when sharing signifieds with an continuously shrinking margin of tolerance (Marina, 1998).

The notion of concept provides methodological utility given that the contributions from a multitude of experts to its enrichment and formalization shape a semiotic logic structuring that has the systematicity necessary to, as an example, guide the various research stages related to a certain area of academic knowledge,

which facilitates: a) designing questionnaires, b) understanding students' perceptions, c) visualizing possible options in designing teaching strategies and d) establishing relationships between different content. Of course, all this is to be constructed by expert minds in the discipline, which by definition are the only ones that can give appropriate meaning to semiotic material and establish logical relationships between the parts.

In conclusion, in the field of a specific discipline, the construct *concept* would have a decisive methodological and communicative utility but its use as a construct of individual knowledge should be avoided in view of its inconsistency with psychological data and with the theoretical position of constructivism, thus the construct scheme in its organic version would be more appropriate. The dictionary or academic book definitions of concepts would not describe the meaning of these, but rather be *facilitators in the allocation of socially shared meanings* (Marín, 2010; Martí & Pozo, 2000).

Constructos para describir el conocimiento individual

Un modelo cognitivo de la actividad mental, al igual que el modelo atómico de la materia, no es una entidad que pertenezca a lo real y, desde cierta posición constructivista, ni siquiera se corresponde con lo real (Delval, 1997). Sólo es una invención racional útil para explicar las regularidades en las manifestaciones cognitivas del sujeto. El constructo más elemental de un modelo cognitivo es su unidad cognitiva igual que el átomo lo sea del modelo atómico.

Desde diferentes posiciones, la unidad cognitiva con que se organiza el conocimiento del sujeto se le ha llamado de múltiples formas. Aun así, se llame esquema de acción u operatorio (Coll, 1983; Delval, 1997; Piaget, 1978a) teoría implícita (Castorina, Alicia, y Toscano, 2008; Pozo, Scheuer, Mateos, y Echeverría, 2006; Rodrigo y Correa, 1999), teoría personal (Kelly, 1955), teoría de dominio (Karmiloff-Smith, 1994; Vosniadou, 2009), teoría intuitiva (Guo y Carey, 2008; Pozo, Scheuer, Mateos *et al.*, 2006), esquema cognitivo (Pascual-Leone y Johnson, 2005; Rumelhart y Ortony, 1982), esquema alternativo (Driver, 1986); modelo mental (Gutiérrez, 2005), etcétera, salvo diferencias de detalle debido a que parten o se sustentan en asunciones diferentes (Castorina, 2002; Delval, 1997; Pozo, 1989; Vuyk, 1985), en general, las funciones cognitivas que asignan los diferentes autores muestran analogías pero también diferencias (Marín, 2003a).

Los constructos mentales referidos son unidades molares de la organización cognitiva cuyas funciones son: dar estabilidad, asimilar, interpretar y dar significado a la información externa, crear orden ante la diversidad de información circundante, hacer inferencias, planificar y guiar las interacciones con el medio, almacenar y recuperar datos de la memoria, hacer previsiones, etcétera. También, dichos constructos muestran diferencias pues están soportados por contextos teóricos o epistémicos que perciben de modo dispar cuestiones tan relevantes como la asignación de significados o la adquisición cognitiva (Pozo, 2003; Pozo, Scheuer, Pérez Echeverría *et al.*, 2006).

En este trabajo se pretende evaluar y contrastar dos constructos de gran relevancia en psicología cognitiva, que bajo contextos teóricos muy diversos, han sido usados como unidades cognitivas: el *concepto* en su acepción clásica y el *esquema* en su versión organicista. Para ello, en un primer momento, se explicita la versión del constructivismo que aporte los fundamentos teóricos y epistemológicos. Después se analiza qué constructo es más respetuoso con las regularidades empíricas psicológicas de la gestalt, los efectos prototípicos, los datos existentes sobre conocimiento procedimental e implícito, para finalmente,

ponderar el grado de adecuación de ambos constructos ante el problema de la asignación de significados.

Aproximación al marco teórico del constructivismo orgánico

Los constructos que se van a comparar y evaluar son entidades de un modelo cognitivo más teórico que observable por lo que es fácil comprender que en ocasiones los argumentos muestren cierto carácter especulativo que dependerá en buena medida de la posición epistemológica y teórica que se adopte.

Se tomarán dos medidas para que la argumentación sea menos especulativa y las conclusiones más definitivas: a) detallar qué versión del constructivismo se adopta, marcando diferencias respecto a otras posiciones, con el fin de crear un contexto teórico y epistemológico que reduzca el margen especulativo, y b) tomar una diversidad de datos empíricos extraídos de investigaciones psicológicas con diferentes fundamentos o contextos teóricos, para así analizar qué constructo los explica mejor o más adecuadamente.

El *constructivismo orgánico* (CO) es la versión que aquí se usará como referente. En relación al origen del conocimiento, esta versión presenta una actitud intermedia al afirmar que el conocimiento se construye por la interacción entre sujeto y objeto, de modo que tan importante es la experiencia personal (enfanzada por el *empirismo*) como la actividad racional del sujeto (enfanzada por el *racionalismo*), apartándose de posiciones más extremas.

CO asume que toda estructura cognitiva tiene una génesis (Delval, 1997) por lo que se aleja del *apriorismo* que sí admite estructuras innatas. Considera *conocimiento y realidad* dos categorías de naturaleza diferente, por lo que no se puede establecer correspondencia entre ambos como lo hace el *realismo*. Esta es la razón por la que se dice que hay una realidad construida por el sujeto y otra externa a él con la que sólo es posible interactuar pero no acceder para, por ejemplo, compararla directamente con el conocimiento que se posee de lo real. Para CO existe relación entre sujeto y medio sólo entendida en sentido adaptativo (Delval, 1997; Piaget, 1978a; Vuyk, 1985), con lo que se diferencia de soluciones extremas empiristas o idealistas. Sin llegar a identificarse, CO adopta una posición similar al enfoque relacional/dialéctico (Castorina, 2010; Lenzi, 2010) en el sentido que la construcción cognitiva del sujeto evoluciona en su interacción dialéctica con el medio.

CO adquiere su entidad organicista al tomar la analogía del órgano vivo como modelo de la organización y construcción cognitiva. Postula por tanto, que el conocimiento surge o es consecuencia de la capacidad de autorregulación de todo ser vivo. Esto significa que ante desequilibrios, perturbaciones o conflictos, el sistema cognitivo tiene capacidad para compensarlos de algún modo y volver a nuevos equilibrios. De estos procesos surgen nuevas construcciones cognitivas (Piaget, 1978a).

Siendo el constructivismo esencialmente una posición epistemológica y el organicismo un modelo analógico, muestran semejante actitud dialéctica y se complementan pues ambos admiten que la interacción entre medio y sujeto

(entidad orgánica) hace modificar las estructuras cognitivas de éste y, por tanto, las nuevas interacciones y el modo de percibir el medio (realidad construida).

La posición dialéctica de CO choca con el modelo mecanicista que interpreta la realidad usando la metáfora de la máquina donde los fenómenos se reducen a movimiento y transmisión de fuerzas. Cualquier entidad real puede ser desmontada en las partes en que se compone, asumiendo que la suma de las partes es igual al todo (visión de la realidad como colección de sistemas cerrados). Además, la realidad puede ser explicada conociendo las relaciones de causa-efecto que existe entre las partes, asumiendo que éstas son simples, lineales y/o proporcionales. Esto que se puede ver como virtud para estudiar los fenómenos físicos, supone un obstáculo para estudiar otros fenómenos más complejos como los cognitivos. El mecanicismo es básicamente una postura reduccionista pues intenta conocer o interpretar la realidad reduciendo lo complejo a lo simple (Peñalver, 1988; Sánchez Meca, 1996).

Hay versiones constructivistas comprometidas con la idea de que los conocimientos previos del sujeto son los que permiten interpretar la realidad, pero a la vez asumen que entre conocimiento y realidad se pueden establecer correspondencias más o menos directas (posiciones empiristas) o se abordan los problemas del conocimiento desde posiciones mecanicistas o reduccionistas (Castorina, 2002; Marín, 2003b; Pozo, Scheuer, Pérez Echeverría *et al.*, 2006).

El *constructivismo mecanicista* parcializa o delimita las partes del todo siguiendo criterios lógicos y relaciones causales lineales por lo que tiene una inclinación natural a abordar los análisis de forma dual (Lenzi, Borci, y Tau, 2010), mientras CO muestra mayor tendencia monista pues al distinguir la realidad construida de la realidad externa y adoptar un trato dialéctico entre ambas, rompe la necesidad o resta tensión al pensamiento escisionista (Castorina, 2002; Lenzi *et al.*, 2010). Así, por ejemplo, la dualidad sujeto/objeto muestra una relación orgánica que impide ver uno sin el otro o la dualidad cerebro/mente que podría ser vista como dos niveles descriptivos diferentes de una misma realidad. Se trata pues de disociar los sistemas que componen una totalidad para después analizar con mayor detalles sus vínculos sabiendo que la interacción necesariamente es dialéctica y orgánica (Lenzi, 2010; Overton, 2004).

En definitiva, será el marco epistemológico y teórico del CO el que se utilizará para evaluar los constructos concepto en su acepción clásica y esquema en su versión organicista. La versión mecanicista de esquema por su carácter empirista y reduccionista no será la versión elegida para esta comparación. En otros trabajos se puede encontrar versiones más extendida del CO (Marín, 2003b, 2005, pp. 28–37) que, por problemas de extensión, aquí se ha reducido a lo más significativo para la argumentación posterior.

El concepto como unidad cognitiva: modelos de red conceptual

Desde la filosofía griega ha existido una importante tradición en considerar que los *conceptos* son los elementos últimos de todo pensamiento (Ferrater Mora, 1978). En su acepción más comúnmente aceptada, el *concepto* es sinónimo de

idea abstracta o general, pero es ante todo cualquier signo o procedimiento semántico que haga posible la descripción o clasificación de los objetos (Sánchez Meca, 1996). El *concepto* se distingue del significante que lo denomina, dado que también está constituido por cierta carga semántica y se distingue también de los objetos a los que hace referencia que son los correlatos intencionales del concepto (Ferrater Mora, 1978).

Así pues, el *concepto* es una idea *abstracta*, tomada de ciertos caracteres de los objetos y *general*, al extender los caracteres así considerados a todos los objetos que los poseen. Todo concepto se caracteriza por su *comprensión* (conjunto de caracteres o atributos que lo definen) y *extensión* (conjunto de objetos o conceptos de orden inferior a los que se refiere). Por ejemplo, dado un conjunto de objetos geométricos, si la comprensión es ‘objetos con tres lados’, la extensión estará formada por todos y cada uno de los objetos triangulares que hay en el conjunto. Comprensión y extensión, forman parte del aspecto lógico del concepto una vez elaborado.

En este sentido, el *concepto* se puede ver como un producto del pensamiento lógico, que expresa el conjunto de rasgos comunes y característicos de un objeto, acontecimiento o situación. En su *acepción clásica*, el *concepto*, y su relación con otros conceptos, se puede asimilar a una lógica de clases (Pozo, 1989), lo cual significa, entre otras relaciones lógicas, que presenta *coordinación entre la comprensión y extensión*, es decir, dados los atributos que definen al concepto (comprensión), se puede fijar con precisión todos los elementos que cumplen con los criterios establecidos en la comprensión y los que no cumplen. La lista de atributos es necesaria y suficiente para definir el concepto sin ambigüedad, de modo que el mundo queda dividido entre los elementos que tienen dichos atributos, y por tanto pertenecen al conjunto extensional del concepto, y los que no lo tienen.

Se llamará *modelo de red conceptual* a un entramado o retículo de conceptos ligados entre sí por relaciones jerarquizadas asimilables a la lógica de clases (Ausubel, 1982; Carey, 2000). En la literatura actual, para entender el conocimiento del alumno, están bastante extendidos los modelos de red conceptual y el uso, con mayor o menos aproximación, de la acepción clásica del concepto como unidad cognitiva (Benlloch, 1997; Chi, 2008; Guo y Carey, 2008; Novak, 1982; Rodrigo, 1997).

El conocimiento de ciencias es el ejemplo típico que se suele poner de conocimiento formal que se rige o puede ser asimilado por un modelo de red conceptual (Marín, 2003a). Quizá el fuerte atractivo que ha despertado este conocimiento, explique la gran difusión que ha tenido la analogía del ‘hombre de la calle como científico’ (Kelly, 1955). Para muchos autores, entre el conocimiento de ciencias y el individual se dan importantes analogías como para legalizar el uso de constructos como *concepto* y *teoría* en la comprensión del funcionamiento cognitivo y afectivo del sujeto (Botella, 2001), y en particular, para abordar la enseñanza de las ciencias (Yang, 1999).

Así, las teorías personales se pueden concebir compuestas por un núcleo duro irrefutable, y un cinturón protector de proposiciones hipotéticas que dirigen la

experimentación personal en un intento de incrementar la capacidad predictiva del sistema y su coherencia interna sin poner en peligro sus construcciones nucleares (Carey, 1991, 2002; Luffiego, Bastida, Ramos, y Soto, 1994).

Para los seguidores de la analogía del ‘alumno como científico’, además del constructo *concepto*, suelen usar *teoría*, *teoría implícita* o *teoría personal* como estructura organizada de conceptos, regida por ciertos principios que se suelen caracterizar por notas ontológicas y epistemológicas (Benlloch, 1997; Carey, 1991, 2002; Chi, 2008; Rodrigo, Rodríguez, y Marrero, 1993; Vosniadou, 2007). En pocas palabras, son muy frecuentes en la literatura el uso de modelos de red conceptual para entender el aprendizaje, la enseñanza o la actividad mental del sujeto.

El modelo cognitivo formado por una trama de esquemas organicistas

Menos frecuentes que los modelos de red conceptual, son los modelos donde la unidad cognitiva es el esquema. En el contexto epistemológico CO dicha unidad se denomina *esquema organicista*, y tiene la doble función de ser acumulador orgánico y regulador adaptativo de las interacciones entre sujeto y medio (asigna significados, dirige o planifica la actividad, asimila vivencias, interpreta los significantes externos, etc.).

Los diferentes esquemas están organizados en una estructura cognitiva regida por leyes de composición que confieren a la totalidad unas propiedades de conjunto distintas a las de los elementos (Piaget, 1974). Dicha estructura se puede entender como un órgano especial que va más allá de la capacidad adaptativa del sistema biológico del sujeto (Piaget, 1969); además, tiene capacidad de asimilar y transformar la realidad, a diferencia de los *instrumentos del pensamiento figurativo* (imagen mental, signo, símbolo, significante verbal, etc.) que son de naturaleza estática y cuya función es representar y hacer declarativos los contenidos procedimentales e implícito de los esquemas (Piaget, 1977). Mientras los esquemas permiten la asignación de significados, los instrumentos figurativos son los significantes interiorizados.

El esquema es la unidad molar y estable de la estructura cognitiva (Piaget, 1974). Habría un esquema para cada aspecto o sector de la realidad que demanda del sujeto una aptitud adaptativa (Piaget, 1969). Es posible imaginar un modelo cognitivo formado por una estructura de esquemas agrupados jerárquicamente en niveles (Marín, 1994a, 2005) donde considerar al menos dos niveles:

En el *primer nivel*, el más cercano a las interacciones del sujeto con su medio, donde se dan las interacciones con sectores o aspectos particulares de la realidad mediante procesos de abstracción simple o empírica se encuentran los *esquemas específicos dependientes del contenido* (Marín, 1994b). Por un lado, las interacciones con el medio físico-natural generan esquemas que infieren al sujeto la capacidad de orientación, el sentido del equilibrio, estimar la consistencia de los objetos, etcétera, y por otro, las interacciones con el medio social de forma directa y vivida o mediada por los símbolos y signos socialmente compartidos (Rodrigo, Rodríguez, y Marrero, 1993), conforman esquemas que aportan habilidad para

pertenecer a un grupo, decidir la vestimenta más adecuada según contextos o seleccionar el léxico adecuado a la situación.

En el *segundo nivel*, estarían ubicadas las construcciones cognitivas producidas por procesos de reflexión interior sobre contenidos y procedimientos cognitivos, inicialmente del primer nivel, aunque conforme los contenidos cognitivos implícitos admiten ser representados explícitamente mediante el sistema de símbolos y signos culturales, también los contenidos de este segundo nivel se convierten en objeto de reflexión. Las construcciones, en procesamiento interior en diferido, se suelen dar tras periodos largos de intensa implicación cognitiva y afectiva del sujeto. De los diferentes productos cognitivos creados por procesos reflexivos, los *esquemas operatorios* son los que tienen una mayor literatura (Inhelder, Sinclair, y Bovet, 1974; Lawson, 1993; Marín, Benarroch, y Jiménez-Gómez, 2000; Niaz, 1991; Shayer y Adey, 1984, 1993).

Conceptos y esquemas frente a los datos psicológicos

Actualmente, pocos pondrían en duda que el pensamiento es eminentemente conceptual. La razón que parece explicar que la noción de concepto esté tan extendida como unidad molar del sistema cognitivo, es que ofrece una imagen del conocimiento llena de atractivos y valores sociales, dando sensaciones de seguridad en un mundo real que está lejos de la imagen ordenada que ofrece el mundo conceptual, regido por patrones ordenados, lógicos y precisos, y que permite un rápido fluir de la cultura en el formato conceptual, facilitando la homogeneidad cognitiva interpersonal y posibilitando una comunicación efectiva.

Sin embargo, en las últimas décadas se ha ido acumulando tanto evidencias empíricas como incoherencias teóricas que muestran la inadecuación de la visión de red conceptual como modelo cognitivo y sería pertinente y conveniente exponerlas todas juntas puesto que, entre otras razones, el modelo cognitivo que se adopte, determinará fuertemente los resultados de la diversidad de estudios e investigaciones donde el sujeto humano es objeto de estudio.

El problema de una comparación de los dos constructos analizados, concepto y esquema, es que comparten funciones cognitivas semejantes tales como interpretar, ordenar, inferir, decidir, prever, guiar, formular y dirigir tentativas, contrastar, entre otras. Lo cual hace difícil discernir sobre el constructo más adecuado a los datos psicológicos, ya que en buena medida dependerá de la posición epistemológica del observador. A pesar de estas dificultades, he aquí los resultados de una comparación de los dos constructos:

A. Los esquemas explican de un modo más adecuado los efectos prototípicos observados en las categorías naturales construidas por el sujeto. Éstos obedecen más a criterios de familiaridad, parecido o similitud, que a criterios que emanen de la lógica de clases como cabría esperar de un modelo de red conceptual.

Se denominan ‘efectos prototípicos’ a las regularidades encontradas en experimentos psicológicos sobre identificación y categorización de entidades del mundo real o simbólico. Así, estos efectos muestran que los buenos ejemplares o prototipos de una categoría se recuerden antes que los malos, se aprendan antes y se

tarde menos tiempo en decidir si son ejemplos de una categoría. Los efectos de tipicidad han sido corroborados en multitud de investigaciones de modo que toda teoría sobre la adquisición del conocimiento debería tenerlos en cuenta (Pozo, 1989). Así pues, el prototipo sería un ejemplar real o ideal que posee los rasgos más familiares o reconocibles de la categoría o los más significativos para el sujeto. La manzana es un magnífico ejemplo de fruta pero mucho menos la aceituna.

Los efectos prototípicos pone en tela de juicio el modelo de red conceptual que espera que en los procesos de categorización los atributos de un concepto sean condición necesaria para pertenecer a una categoría, que todos los atributos sean considerados con igual intensidad o que todos los ejemplares sean igualmente representativos de una categoría. Por el contrario, dichos datos muestran que el sujeto categoriza la realidad de un modo difuso o borroso y que la extensión de un concepto no es disjunta con la extensión de conceptos vecinos.

La constatación reiterada de los efectos prototípicos en multitud de experiencias psicológicas, lleva a dejar de lado la línea de investigación que usan el modelo de *categorías denominadas lógicas*, definidas por una lista de condiciones necesarias y suficientes, para centrarse en el análisis de *categorías llamadas naturales* (Kleiber, 1995).

B. Los efectos de la Gestalt ponen de manifiesto que la percepción humana sufre un proceso de asimilación esquemática que parece sugerir la presencia de esquemas más que de conceptos en la actividad mental.

Desde inicios de siglo pasado se han realizado numerosas experiencias psicológicas sobre percepción en el contexto de la Gestalt que muestran la existencia de regularidades denominadas con el nombre de cierre, semejanza, proximidad, continuidad, simplicidad, etcétera, las cuales se repiten una y otra vez para cualquier sujeto que se enfrenta a estas experiencias perceptivas. Estas leyes de la Gestalt, que en un principio se descubrieron fundamentalmente en el campo de la percepción visual, también se apreciaron en los demás sentidos humanos y en procesos mentales superiores (Bruce, Green, y Georgeson, 2003). En pocas palabras, los efectos Gestalt muestran que la percepción no es directa, sino que está asistida por patrones de reconocimiento del sujeto que sesgan lo percibido hacia ‘buenas formas’.

Desde la perspectiva constructivista que aquí se mantiene (Delval, 1997; Marín, 2003b) los patrones de reconocimiento observados por la Gestalt son debido a estructuras estables del interior del sujeto. Lo que vemos depende de cómo somos (Claxton, 1987; Delval, 1997; Pascual-Leone y Johnson, 2005; Piaget, 1978b). Así pues, la tendencia observada de completar lo que se supone inacabado, agrupar por similitudes o proximidad, o completar con ‘buenas formas’ grafismos ‘no acabados’, se deben a un orden interior que además es de carácter esquemático.

Dichos patrones obedecen por un lado, a criterios de continuidad, semejanza, simetría, etcétera, y por otro, se manifiestan flexibles y adaptativos a la peculiaridad de lo observado, lo que parece mostrar que, al menos una parte significativa de la organización cognitiva, no se debe tanto a la rigidez lógica de una

organización conceptual como a una organización de esquemas de naturaleza semántico-vivencial (Marina, 1998; Piaget, 1974).

C. Las estructuras de esquemas son más apropiadas que los modelos de red conceptual para explicar la gran variedad de los datos que muestran que buena parte de los contenidos cognitivos de la mente son de naturaleza procedimental y muchos de los cuáles son implícitos.

Hacer intervenir más el conocimiento procedimental del sujeto y, sobre todo, aportar mejores recursos teóricos para darle más presencia en el desarrollo cognitivo del sujeto fue uno de los mayores logros de Piaget (1977). Así, las primeras estructuras cognitivas son sensomotrices, más tarde, a través del juego simbólico el niño se inicia con el lenguaje; primero comienza a diferenciar significados y significantes y paulatinamente va regulando en la interacción con los demás sus significados particulares acercándose a los que son socialmente compartidos (Piaget, 1975). Después, con la toma de conciencia, los esquemas se van explicitando y finalmente, se hacen representativos a través de los materiales semióticos, con lo que ganan en extensión, coordinación y control (Piaget, 1976).

Desde otro contexto diferente al piagetiano, por un lado, se ha enfatizado un tipo de aprendizaje primario, tanto en la filogénesis como en la ontogénesis, de naturaleza procedimental e implícita cuyas construcciones cognitivas se muestran más robustas y las generadas por aprendizaje explícito, deliberado o intencionado (Pozo, 2003; Reber, 1993) y, por otro lado, se ha resaltado lo que se ha querido llamar *redescripción representacional* por el que la interacción social, cultural y académica del sujeto le lleva a ir modificando sus contenidos implícitos en un proceso de redescripción que pasa por varios niveles de explicitación (Karmiloff-Smith, 1994; Pozo, 2003).

Más actualmente se vuelve a enfatizar las estructuras procedimentales implícitas del sujeto frente a las declarativas, por ejemplo, dando mayor relevancia a la acción en la construcción de los significados (Noë, 2006) o mostrando que una visión encarnada (o encorporizada), orgánica o procedimental es más adecuada para entender el conocimiento (Overton, 2004; Pezzulo, 2011; Pozo *et al.*, 2010). A la vez, se perciben importantes esfuerzos por establecer relaciones entre conocimiento implícito y explícito. Así, nos perciben un predominio alternado o que el segundo surge del primero (López, 2005), otros precisan que la relación que se establezca entre ambos conocimientos va a depender del contexto psicológico que los caracterice (González, 2004) o del modo con que se enfatice en mayor o menor grado los procesos metacognitivos (Dienes y Perner, 1999).

En el plano teórico ¿cómo intervienen los constructos concepto y esquema para explicar y entender el conocimiento procedimental? La mayoría de los seguidores de los *modelos de red conceptual* tienen como referente para interpretar al sujeto, el conocimiento de ciencias, por lo que tienden a percibir una estructura cognitiva de naturaleza conceptual y explícita y, donde lo procedimental en el sujeto, se reduce a reglas de combinación simbólica o es simulado por procedimientos de la actividad científica (Marín y Cárdenas, 2011). Se hace evidente que los modelos de red conceptual dan una visión restrictiva del conocimiento individual. Sin embargo, el constructo esquema, cuya génesis es de

naturaleza procedimental, no le resulta difícil explicar la actividad procedimental del sujeto (Piaget, 1977) y, con el uso de instrumentos del pensamiento figurativo, sus manifestaciones declarativas.

Resumiendo, el constructo esquema se muestra más adecuado para interpretar los grupos de datos mostrados en A, B y C. Por el contrario, el constructo concepto se muestra más restrictivo (C) o menos adecuado (A y B), incluso admitiendo cierto margen especulativo dada la entidad teórica de ambos constructos. En general, el constructo esquema organicista muestra una visión cognitiva más completa de los diferentes aspectos y manifestaciones cognitivas, mientras que el constructo concepto que ofrece una visión más reduccionista (por ejemplo, Delval, 1997; Marín, 2003b; Peñalver, 1988; Pozo, 1989).

Esta conclusión es confirmada por una corriente significativa de autores que señalan al constructo esquema como más adecuado para explicar las manifestaciones cognitivas del sujeto (Bliss, 1995; Bloom, 1992; Castorina, 2006, 2012; Claxton, 1987; Delval, 1997; DiSessa y Sherin, 1998; Marina y López Penas, 1999; Rankin, 1995; Vosniadou, Vamvakoussi, y Skopeliti, 2008).

Una ubicación teórica más adecuada para el constructo concepto: entramados semióticos socialmente compartidos

Para ubicar el constructo concepto en un contexto adecuado, es básico y conveniente tomar posición sobre los vínculos entre significado y significante (en adelante S-S). La raíz común de los dos monemas no adelanta que tengan funciones cognitivas tan diferentes: el significante puede ser un signo, un símbolo, una indicación, un gesto, un paisaje, una idea, un sentimiento, una palabra, etcétera. El significado es lo que hace sentir o entender el significante al sujeto y depende de sus vivencias, sentimientos, conocimientos anteriores, interacción con los demás, etcétera, y en general, de su historia cognitiva, afectiva, biológica y social (Castilla del Pino, 2000; Marina, 1998; Noë, 2006). El significado sólo se puede asignar en el interior del sujeto pues es un atributo exclusivamente humano (Fernández, Sánchez, Aivar, y Loredó, 2003; Noë, 2006).

Argumentando de forma análoga, los significantes, solos o formando entramados organizados, son información que para llegar a ser conocimiento, requiere de un sujeto que asigne significado y, además, lo integre a conocimientos previos (Delval, 2002; Marín, 2005; Pozo, 2003). Mientras que la información puede estar en soportes externos, no puede haber significado ni conocimiento sin sujeto (Loredó, 2004). También los significantes están en el plano interno como *herramientas del pensamiento figurativo* (Piaget, 1980), un tipo de conocimiento estático pero necesario para hacer representativo el conocimiento dinámico, procedimental e implícito conformado por estructuras de esquemas con capacidad transformadora, inferencial y para asignar significado; dichos recursos semióticos, interiorizados y socialmente compartidos, permiten explicitar el conocimiento procedimental implícito.

Esta imagen de un significado que solo existe en el interior del sujeto choca fuertemente con una larga tradición pensando que el concepto, como constructo

externo al sujeto, contiene su significado. Es usual entender por significado de un concepto, por ejemplo, su definición que se registra en un diccionario, su lista de atributos, su posición y relación en un entramado conceptual o el mismo contexto social donde surge. Sin embargo las experiencias psicológicas expuestas anteriormente muestran que el sujeto no asimila con igual intensidad dichos atributos, ni relaciona los conceptos según una lógica de clases, ni coordina con precisión lógica la extensión y la comprensión del concepto. El significado es una vivencia interior del sujeto que no se puede reducir a un conjunto de significantes lógicamente estructurados (Marina, 1998).

No es algo peyorativo reducir el significado del concepto a meros significantes, pues estos, usualmente en grupos estructurados, poseen el alto valor social de ser ‘facilitadores’ para que el sujeto pueda adquirir un significado más adecuado que el que pudiera tener por vivencia personal y más consensuado gracias al excepcional mecanismo de convergencia para unificar los significados puesto que significantes y vínculos S-S están socialmente compartidos. Si bien, no hay que confundir ‘facilitar la adquisición de un significado’ a través de estructuras de significantes con el significado en sí.

Según lo anterior, sería incorrecto ver las redes conceptuales como expresiones de conocimiento o como la expresión de ‘significado social’, más bien son redes de significantes trabadas mediante reglas gramaticales y cuyos diferentes formatos pueden facilitar más o menos la asignación de significados y/o adquisición de conocimiento (Martí y Pozo, 2000). En efecto, la interacción del sujeto en el espacio interpersonal inmersa en la diversidad de actividades sociales, sigue una dinámica de tensión dialéctica que induce a cada individuo a modular sus significados personales y sus vínculos S-S. La intensa interacción social hace que el margen de tolerancia de los significados sea cada vez menor (Marina, 1998) y que los vínculos S-S sean tan rápidos y estables que pudiera parecer que la comunicación interpersonal se hace por significados más que, como es en realidad, por significantes. A esta interpretación ayuda el buen entendimiento entre personas, sin embargo, pensar así dificulta entender la flexibilidad de la comunicación para acomodarse a cada contexto o la gran diversidad de interpretaciones interpersonales y, mucho más aún, interculturales. Es incompatible con CO, la imagen de significados sociales danzando sin sujeto en el espacio interpersonal o decir que los significados están grabados en soportes físicos.

Existe una fuerte simbiosis entre el entramado semiótico y la comunidad que lo profesa, aquella que sabe asignar significados y, además, compartirlos (Marín, 2010). Esta simbiosis crea un aglutinamiento orgánico entre los individuos integrantes de la comunidad a través de los significantes y vínculos S-S socialmente compartidos de tal forma que aparecen efectos de sinergia que no podrían ser explicados por la suma de aportaciones individuales (Bertalanffy, 1979; Moreno, 2011).

Según la anterior interpretación, la realidad del concepto se reduce a constructo o producto del pensamiento lógico socialmente compartido, con la intención frustrada de querer llegar a ser significado psicológico a través de otros significantes y adecuados recursos gramaticales (Marina, 1998).

Hipótesis y reflexiones sobre un modelo de estructura cognitiva

Se podrían salvar parte de las objeciones hechas sobre la inadecuación del constructo *concepto* como unidad básica de la organización cognitiva, si se admite la hipótesis de una doble estructura cognitiva, una organizada a modo de red conceptual y otra, semántico-vivencial, de carácter procedimental e implícito, organizada por esquemas entre las que habría vínculos cada vez de mayor intensidad en la medida que se vayan creando asociaciones entre materiales semióticos y contenidos procedimentales implícitos (Claxton, 1987; Karmiloff-Smith, 1994; Pozo, 1989, 2003).

Un modelo de doble estructura cognitiva, conceptual y semántico-vivencial, resulta atractivo porque recoge lo mejor de los dos constructos mentales más utilizados: conceptos y esquemas. No obstante, el criterio de simplicidad da mayor valor teórico el modelo cognitivo que, respetando la diversidad de datos empíricos y la coherencia teórica entre las partes, use el menor número de constructos posibles.

Así pues, frente a la hipótesis de la doble estructura cognitiva se podría imaginar una segunda hipótesis más simplificada donde sólo existe una estructura de esquemas de modo que las ‘manifestaciones conceptuales o declarativas’, más que surgir de constructos estables de la cognición, serían construcciones temporales por la combinación de esquemas e instrumentos del pensamiento figurativo (Piaget, 1977). Hay datos empíricos y razones metodológicas que parecen apoyar la segunda hipótesis:

Siguiendo las experiencias sobre efectos prototípicos se llega a percibir que los ejemplares son dependientes del contexto y función específica de la tarea (Barsalou, 1983). Esto parece sugerir una hipótesis bastante plausible para explicar estos resultados: los conceptos, más que entidades abstractas almacenadas en la memoria a largo plazo de modo estable, serían *construcciones temporales* que el sujeto realiza en la memoria de trabajo con materiales cognitivos estables y los datos contextuales que aporta la demanda específica de la tarea.

En investigaciones sobre concepciones del alumno, es muy posible pensar que se produzca el siguiente sesgo interpretativo del investigador: en el proceso de categorización e interpretación, asimila las respuestas del entrevistado a su estructura conceptual de experto y, a continuación, clasifica las respuestas en ‘categorías conceptuales’, lo que no significa necesariamente que el sujeto las tenga. También es posible pensar que el sujeto ha dado sus respuestas combinando sus esquemas con los recursos del pensamiento figurativo (signos, símbolos, imágenes, etc.) en la memoria a corto plazo. Incluso, que no tenga que ver con sus esquemas porque haya dado al azar su respuesta o la haya inventado. Este ‘efecto metodológico’ se ha encontrado con alta frecuencia durante más de dos décadas de revisión de la prolifera línea de investigación de las concepciones del aprendiz de ciencias donde sistemáticamente se ha categorizado las respuestas del alumno usando para su interpretación el entramado conceptual académico del investigador, tomando una información sesgada, incluso equivocada, del alumno (Jiménez-Gómez, Benarroch, y Marín, 2006; Marín, Jiménez-Gómez, y Benarroch, 2004; Marín, Solano, y Jiménez Gómez, 2001).

Es posible que haya sucedido algo parecido a lo anterior en el ámbito de la psicología y ubicar el constructo ‘concepto’ en la mente del sujeto no es más que el ‘efecto’ de querer interpretar las respuestas del sujeto como si su conocimiento estuviera organizado según el modelo de red conceptual. El que el investigador-observador utilice el formalismo del *concepto* para asimilar y describir las manifestaciones del sujeto, no significa necesariamente que sea lo más adecuado para describir su actividad mental. Este sesgo interpretativo se da con mayor frecuencia en contextos donde se pone excesivo énfasis en los aspectos metodológicos en investigaciones carentes de teoría adecuada (Castorina, 2002, 2006; Marín, 2011).

En investigaciones donde se ha usado el constructo esquema para entender el conocimiento que tiene el alumno en ‘situaciones de equilibrio mecánico’ y ‘naturaleza corpuscular de la materia’ (Benarroch, 1998; Marín, 1994a), se concluye que considerando *unos pocos esquemas de conocimiento* es posible explicar la gran diversidad en las respuestas del alumnado (Marín, 1997; Marín *et al.*, 2000).

La segunda hipótesis que considera una estructura cognitiva sólo de esquemas, de carácter procedimental e implícito, con capacidad parcial para explicitarse y por tanto para pensarse o ser objeto de reflexión metacognitiva, no debería descartar el constructo concepto de los estudios sobre conocimiento, aun admitiendo la torpeza del constructo para describir el conocimiento individual, así:

El constructo concepto puede ser usado para una mejor comunicación entre expertos de conocimientos socialmente formalizados, como el de ciencia, matemática, lógica, lingüística, etcétera. La presencia del constructo crea un contexto de tensión dialéctica en la comunicación entre expertos que puede ayudar a una mayor formalización y convergencia cognitiva al compartir significados con un margen de tolerancia cada vez menor (Marina, 1998).

La noción de concepto aporta utilidad metodológica dado que las aportaciones de una multitud de expertos a su enriquecimiento y formalización, va conformando una estructuración lógica semiótica que goza de la sistemática necesaria para, por ejemplo, guiar las diversas fases de investigación ligadas a una determinada área de conocimiento académico, lo que facilita: a) diseñar cuestionarios, b) conocer las concepciones del alumnado, c) ver opciones posibles al diseñar estrategias de enseñanza o d) establecer relaciones entre los diferentes contenidos. Por supuesto, todo ello construido por mentes expertas en la disciplina, las únicas que por definición puede dar significados adecuados al material semiótico y establecer relaciones lógicas entre las partes.

En conclusión, en el ámbito de una disciplina concreta, el constructo *concepto* tendría una determinante utilidad metodológica y comunicativa, pero habría que evitar su uso como constructo del conocimiento individual vista su incoherencia con los datos psicológicos y con la posición teórica del constructivismo para lo que sería más adecuado el constructo esquema en su versión orgánica. Las definiciones de conceptos de diccionarios o libros académicos no serían el significado de éstos sino más bien *facilitadores de la asignación de significados socialmente compartidos* (Marín, 2010; Martí y Pozo, 2000).

References / Referencias

- Ausubel, D. P. (1982). *Psicología educativa, 'Un punto de vista cognoscitivo'*. México: Trilla.
- Barsalou, L. W. (1983). Ad hoc categories. *Memory and Cognition*, *11*, 211–227.
- Benarroch, A. (1998). *Las explicaciones de los estudiantes sobre las manifestaciones corpusculares de la materia* (Unpublished Masters dissertation). Universidad de Granada, España.
- Benlloch, M. (1997). *Desarrollo cognitivo y teorías implícitas en el aprendizaje de las ciencias*. Madrid: Visor.
- Bertalanffy, L. (1979). *Perspectivas en la Teoría General de Sistemas: Estudios Científico-Filosóficos*. Madrid: Alianza Editorial.
- Bliss, J. (1995). Piaget and after: the case of learning. *Studies in Science Education*, *25*, 139–172.
- Bloom, J. W. (1992). Contexts of Meaning and Conceptual Integration: How Children Understand and Learn. In R. A. Duschl & R. J. Hamilton (Eds.), *Philosophy of Science, Cognitive Psychology, and Educational Theory and Practice* (pp. 177–194). State University of New York: Suny Series in Science Education.
- Botella, L. (2001). *El Ser Humano Como Constructor de Conocimiento: El Desarrollo de las Teorías Científicas y las Teorías Personales*. Retrieved from http://padron.entremas.com/cursos/deteorias/LECTURAS/Botella_Constructor%20del%20conocim.htm
- Bruce, V., Green, P., & Georgeson, M. (2003). *Visual perception: physiology, psychology and ecology*. New York: Psychology Press.
- Carey, S. (1991). Knowledge acquisition: Enrichment or conceptual change? In S. Carey & S. Gelman (Eds.), *The Epigenesis of Mind: Essays in Biology and Cognition* (pp. 257–291). Hillsdale NJ: Erlbaum.
- Carey, S. (2000). Science Education as Conceptual Change. *Journal of Applied Developmental Psychology*, *21*, 13–19. doi:10.1016/S0193-3973(99)00046-5
- Castilla del Pino, C. (2000). *Teoría de los sentimientos*. Barcelona: Tusquets.
- Castorina, J. A. (2002). El impacto de la filosofía de la escisión en la psicología del desarrollo. *Psyche*, *11*, 25–57.
- Castorina, J. A. (2006). El Cambio Conceptual en Psicología: ¿Cómo Explicar la Novedad Cognoscitiva? *Psyche*, *15*, 125–135. doi:10.4067/S0718-22282006000200012
- Castorina, J. A. (2010). Los modelos de explicación para las novedades del desarrollo. *Revista de Psicología - Segunda época*, *11*, 13–25.
- Castorina, J. A. (2012). Algunos problemas filosóficos de las teorías psicológicas del cambio conceptual. *Estudios de Psicología*, *33*, 21–37.
- Castorina, J. A., Alicia, B., & Toscano, A. G. (2008). Dos versiones del sentido común: las teorías implícitas y las representaciones sociales. In J. A. Castorina (Ed.), *Construcción conceptual y representaciones sociales El conocimiento de la sociedad* (pp. 205–238). Buenos Aires: Miño y Dávila.
- Chi, M. T. H. (2008). Three types of conceptual change: belief revision, mental model and categorical shift. In S. Vosniadou (Ed.), *International Handbook of Research on Conceptual Change* (pp. 61–82). New York: Routledge.
- Claxton, G. (1987). *Vivir y aprender*. Madrid: Alianza.
- Coll, C. (1983). La construcción de esquemas de conocimiento en el proceso de enseñanza/aprendizaje. In C. Coll (Ed.), *Psicología genética* (pp. 183–201). Madrid: Siglo XXI.
- Delval, J. (1997). Tesis sobre el constructivismo. In M. J. Rodrigo & J. Aray (Eds.), *La construcción del conocimiento escolar* (pp. 15–24). Barcelona: Paidós.
- Delval, J. (2002). Vygotsky y Piaget sobre la formación del conocimiento. *Investigación en la Escuela*, *48*, 13–38.

- Dienes, Z., & Perner, J. (1999). A theory of implicit and explicit knowledge. *Behavioral and Brain Sciences*, 22, 735–808.
- DiSessa, A. A., & Sherin, B. L. (1998). What changes in conceptual change. *International Journal of Science Education*, 20, 1155–1191.
- Driver, R. (1986). Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 4, 3–15.
- Fernández, T. R., Sánchez, J. C., Aivar, P., & Loredó, J. C. (2003). Representación y significado en psicología cognitiva: una reflexión constructivista. *Estudios de Psicología*, 24, 5–32.
- Ferrater Mora, J. (1978). *Diccionario de Filosofía abreviado*. Barcelona: Edhasa.
- González, M. C. (2004). Dicotomías para analizar el conocimiento tácito. In R. A. Martins, L. A. Martins, C. C. Silva, & J. M. Ferreira (Eds.), *Filosofia e história da ciência no Cone Sul. 3o Encontro* (pp. 290–206). Campinas: AFHIC.
- Gutiérrez, R. (2005). Polisemia actual del concepto 'modelo mental'. Consecuencias para la investigación didáctica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 10, 209–226. Retrieved from <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>
- Guo, R., & Carey, S. (2008). Attitude Change and Knowledge Transformation. *Polyglossia*, 15, 25–34.
- Inhelder, B., Sinclair, M., & Bovet, M. (1974). *Aprendizaje y estructuras de conocimiento*. Madrid: Morata.
- Jiménez-Gómez, E., Benarroch, A., & Marín, N. (2006). The coherence of conceptions: a study concerning the particulate nature of matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 43, 577–598.
- Karmiloff-Smith, A. (1994). *Más allá de la modularidad*. Madrid: Alianza.
- Kelly, G. A. (1955). *The psychology of personal constructs*. London: Routledge.
- Kleiber, G. (1995). *La Semántica de los Prototipos*. Madrid: Visor.
- Lawson, A. E. (1993). Deductive reasoning, brain maturation, and science concept acquisition: Are they linked? *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 1029–1051.
- Lenzi, A. M. (2010). Desarrollo cognoscitivo y formación de conocimientos políticos en niños y adolescentes. *Revista de Psicología*, 11, 83–104.
- Lenzi, A. M., Borci, S., & Tau, R. (2010). El concepto de desarrollo en psicología: entre la evolución y la emergencia. *Fundamentos en Humanidades*, 22, 137–161. <http://fundamentos.unsl.edu.ar/index.html?opc=3&elige=22>
- López, M. F. (2005). Relaciones entre los procesos implícitos y explícitos en el aprendizaje. *Perspectivas en Psicología*, 1(1), 39–46.
- Loredó, J. C. (2004). La teoría de la selección orgánica de Baldwin y la escisión entre naturaleza y cultura. *Acción Psicológica*, 3, 187–198.
- Luffiego, M., Bastida, M. F., Ramos, F., & Soto, J. (1994). Systemic model of conceptual evolution. *International Journal of Science Education*, 16, 305–313.
- Marín, N. (1994a). Elementos cognoscitivos dependientes del contenido. *Revista inter-universitaria de formación del profesorado*, 20, 195–208.
- Marín, N. (1994b). *Evolución de los esquemas explicativos en situaciones de equilibrio mecánico*. Doctoral dissertation. Universidad de Granada, Granada, España.
- Marín, N. (1997). *Fundamentos de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Almería: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Almería.
- Marín, N. (2003a). Conocimientos que interaccionan en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 21, 65–78.
- Marín, N. (2003b). Visión constructivista dinámica para la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, Extra*, 43–55.
- Marín, N. (2005). *La enseñanza de las ciencias en Educación Infantil*. Granada: Grupo Editorial Universitario.

- Marín, N. (2010). Nuevas opciones constructivas en la teoría de Piaget sugeridas por las ideas de Vygotsky. *EDUCyT*, 1, 57–74.
- Marín, N. (2011). Evaluación de propuestas de cambio conceptual hechas desde la psicología cognitiva. Reflexiones sobre el aprendizaje de ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8, 255–268.
- Marín, N., Benarroch, A., & Jiménez-Gómez, E. (2000). What is the relationship between Social Constructivism and Piagetian Constructivism? An analysis of the characteristics of the ideas within both theories. *International Journal of Science Education*, 22, 225–238.
- Marín, N., & Cárdenas, F. A. (2011). Valoración de los modelos más usados en la enseñanza de las ciencias basados en la analogía ‘el alumno como científico.’ *Enseñanza de las Ciencias*, 29, 35–46.
- Marín, N., Jiménez-Gómez, E., & Benarroch, A. (2004). How to identify replies that accurately reflect students’ knowledge? A methodological proposal. *International Journal of Science Education*, 26, 425–445.
- Marín, N., Solano, I., & Jiménez-Gómez, E. (2001). Characteristics of the methodology used to describe students’ conceptions. *International Journal of Science Education*, 23, 663–690.
- Marina, J. A. (1998). *La selva del lenguaje*. Barcelona: Anagrama.
- Marina, J. A., & López Penas, M. (1999). *Diccionario de los sentimientos*. Barcelona: Anagrama.
- Martí, E., & Pozo, J. I. (2000). Más allá de las representaciones mentales: la adquisición de los sistemas externos de representación. *Infancia y Aprendizaje*, 90, 11–30.
- Moreno, M. (2011). ¿Qué es la Teoría General de Sistemas? <http://www.elblogsalmun.com/conceptos-de-economia/que-es-la-teoria-general-de-sistemas>.
- Niaz, M. (1991). Correlates of formal operational reasoning: a neo-piagetian analysis. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 19–40.
- Noë, A. (2006). Precis of action in perception. *Psyche*, 12(1). Retrieved from <http://www.theassc.org/files/assc/2624.pdf>
- Novak, J. D. (1982). *Teoría y práctica de la educación*. Madrid: Alianza Universitaria.
- Overton, W. F. (2004). Embodied Development: Ending the Nativism-Empiricism Debate. In C. Garcia Coll, C. E. Bearer, & R. Lerner (Eds.), *Nature and Nurture: The Complex Interplay of Genetic and Environmental Influences on Human Behavior and Development* (pp. 201–223). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Pascual-Leone, J., & Johnson, J. (2005). A dialectical constructivist view of developmental intelligence. In O. Wilhelm & R. W. Engle (Eds.), *Handbook of understanding and measuring intelligence* (pp. 177–201). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Peñalver, C. (1988). El pensamiento sistémico: del constructivismo a la complejidad. *Investigación en la Escuela*, 5, 11–16.
- Pezzulo, G. (2011). Grounding Procedural and Declarative Knowledge in Sensorimotor Anticipation. *Mind & Language*, 26, 78–114.
- Piaget, J. (1969). *Biología y Conocimiento*. México: Siglo XXI.
- Piaget, J. (1974). *El estructuralismo*. Barcelona: Oikos-Tau.
- Piaget, J. (1975). *Psicología de la inteligencia*. Buenos Aires: Psique.
- Piaget, J. (1976). *La toma de conciencia*. Madrid: Morata.
- Piaget, J. (1977). *Epistemología genética*. Argentina: Solpin.
- Piaget, J. (1978a). *Introducción a la epistemología genética*. Buenos Aires: Paidós.
- Piaget, J. (1978b). *La equilibración de las estructuras cognitivas, ‘Problema central del desarrollo’*. Madrid: Siglo XXI.
- Piaget, J. (1980). *Psicología y pedagogía*. Barcelona: Ariel.
- Pozo, J. I. (1989). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Morata.
- Pozo, J. I. (2003). *La adquisición de conocimiento*. Madrid: Morata.

- Pozo, J. I., Martín, E., Pérez Echeverría, M. P., Scheuer, N., Mateos, M., & De la Cruz, M. (2010). Ni contigo ni sin ti... Las relaciones entre cognición y acción en la práctica educativa. *Infancia y Aprendizaje*, 33, 179–184.
- Pozo, J. I., Scheuer, N., Mateos, M., & Echeverría, M. P. P. (2006). Las teorías implícitas sobre el aprendizaje y la enseñanza. In J. I. Pozo, N. Scheuer, M. P. Pérez Echeverría, M. Mateos, E. Martín, & M. De la Cruz (Eds.), *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje* (pp. 95–134). Barcelona: Grao.
- Pozo, J. I., Scheuer, N., Pérez Echeverría, M. P., Mateos, M., Martín, E., & Cruz, M. D. la. (2006). *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje*. Barcelona: Grao.
- Rankin, G. (1995). A challenge to the theory view of students' understanding of natural phenomena. *Science Education*, 79, 693–700.
- Reber, A. S. (1993). *Implicit learning and tacit knowledge*. New York: Oxford University Press.
- Rodrigo, M. J. (1997). Del escenario sociocultural al constructivismo episódico: un viaje al conocimiento escolar de la mano de las teorías implícitas. In M. J. Rodrigo & J. Arny (Eds.), *La construcción del conocimiento escolar* (pp. 177–194). Barcelona: Paidós.
- Rodrigo, M. J., & Correa, N. (1999). Teorías implícitas, modelos mentales y cambio educativo. In J. I. Pozo & C. Monereo (Eds.), *El aprendizaje estratégico* (pp. 75–86). Madrid: Aula XXI/Santillana.
- Rodrigo, M. J., Rodríguez, A., & Marrero, J. (1993). *Las teorías implícitas: una aproximación al conocimiento cotidiano*. Madrid: Visor.
- Rumelhart, D. E., & Ortony, A. (1982). The representation of knowledge in memory. *Infancia y Aprendizaje*, 20, 115–158.
- Sánchez Meca, D. (1996). *Diccionario de Filosofía*. Madrid: Alderabán.
- Shayer, M., & Adey, P. S. (1984). *La ciencia de enseñar Ciencia, 'Desarrollo cognoscitivo y exigencias del curriculum'*. Madrid: Narcea.
- Shayer, M., & Adey, P. S. (1993). Accelerating the development of formal thinking in middle and high school students IV: three years after a two years intervention. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 351–366.
- Vosniadou, S. (2007). The Cognitive-Situative Divide and the Problem of Conceptual Change. *Educational Psychologist*, 42, 55–66. doi:10.1080/00461520709336918
- Vosniadou, S. (2009). Conceptual Metaphor Meets Conceptual Change': Yes to Embodiment, No to Fragmentation. *Educational Psychologist*, 52, 198–204. doi:10.1159/000213892
- Vosniadou, S., Vamvakoussi, X., & Skopeliti, I. (2008). The framework theory approach to the problem of conceptual change. In S. Vosniadou (Ed.), *International Handbook of Research on Conceptual Change* (pp. 3–34). New York: Routledge.
- Vuyk, R. (1985). *Panorámica y crítica de la epistemología genética de Piaget 1965–1980*. Madrid: Alianza Universitaria.
- Yang, W. G. (1999). An Analysis of 'Pupil as Scientist' Analogies. In *Science as Culture. Bicentenary of the Invention of the Battery by Alessandro Volta* (pp. 15–19). Presented at the 5th International History, Philosophy and Science Teaching, Lake Como, Italy.