



Towards an expanded cognitive developmental science understanding of human teaching / Hacia un conocimiento ampliado de la enseñanza humana basada en la ciencia del desarrollo cognitivo

Sidney Strauss

To cite this article: Sidney Strauss (2018) Towards an expanded cognitive developmental science understanding of human teaching / Hacia un conocimiento ampliado de la enseñanza humana basada en la ciencia del desarrollo cognitivo, *Infancia y Aprendizaje*, 41:3, 447-490, DOI: [10.1080/02103702.2018.1495891](https://doi.org/10.1080/02103702.2018.1495891)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/02103702.2018.1495891>



Published online: 06 Aug 2018.



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



Article views: 737



View related articles [↗](#)



View Crossmark data [↗](#)



Towards an expanded cognitive developmental science understanding of human teaching / *Hacia un conocimiento ampliado de la enseñanza humana basada en la ciencia del desarrollo cognitivo*

Sidney Strauss

Tel Aviv University

(Received 8 December 2017; accepted 23 February 2018)

Abstract: Teaching is one of nature's remarkable inventions. Despite over two millennia of academic discussion about teaching, it remains in need of a broad scientific footing. The cognitive and developmental sciences, writ large, are candidates for such a footing. The purpose of this article is to go beyond teaching as knowledge transmission and present an expanded cognitive developmental account of teaching's remarkable complexity. A minimalist and maximalist approach for describing teaching are presented, with a preference offered for the latter. It can serve as a map for backward engineering so as to get to the origins and developmental trajectories of the map of teaching's components. An expanded mind-to-mind coupling version of the complexity of normative adult teaching is presented which includes stage-setting with emotion-, motivation- and mind-reading, organizing teaching sessions, scaffolding, detecting knowledge gaps and intervening by knowledge transmission strategies intended to reduce the gaps. In a backward engineering move, research is presented on infants' abilities for some of what is presented for adults. Teaching is also prosocial, with heart-to-heart coupling. It is inextricably intertwined with teaching, and is another part of teaching's complexity. Teaching's prosociality is analysed via the economic concept of non-rivalry. It is shown that teaching is a form of helping behaviour but is not altruistic. Directions for further work in this maximalist approach to the scientific study of teaching are presented.

Keywords: teaching; cognition; teaching's origins and development; natural cognitive ability; prosociality; non-rival goods

Resumen: La enseñanza es una de las invenciones más extraordinarias de la naturaleza. A pesar de dos milenios de discusión académica sobre educación, esta sigue necesitando una base científica amplia y firme. Las ciencias cognitivas y del desarrollo son candidatas ideales para proporcionar esta base. El objetivo de este artículo es ir más allá de una visión de la

English version: pp. 447–465 / *Versión en español:* pp. 466–486

References / *Referencias:* pp. 486–490

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

Author's Address / *Correspondencia con el autor:* School of Education, Tel Aviv University, Tel Aviv 69978, Israel. Email: sidneystrauss@yahoo.com

enseñanza como transmisión de conocimientos y presentar una explicación de la extraordinaria complejidad de la enseñanza y el aprendizaje desde el punto de vista del desarrollo cognitivo. Para describir la enseñanza se presenta un enfoque minimalista y uno maximalista, y se propone una preferencia por este último. Este enfoque puede servir a modo de mapa para realizar una ingeniería inversa que nos conduzca a los orígenes y trayectorias en el desarrollo de los distintos componentes de la educación. En el artículo se presenta una versión de la complejidad de la enseñanza adulta normativa ampliada al acoplamiento mental (de mente a mente) que incluye la construcción de un marco de enseñanza con una lectura emocional, motivacional y mental, la organización de la enseñanza, el andamiaje, la detección de brechas de conocimiento y la intervención con estrategias de transmisión de conocimientos dirigidas a reducir esta brecha. En un proceso de ingeniería inversa, se analizan algunas capacidades infantiles sobre algunos de los aspectos de la enseñanza de adultos. La enseñanza es también prosocial, con un acoplamiento emocional (de corazón a corazón). La prosocialidad está indisolublemente unida a la educación y forma parte de la complejidad de la enseñanza y el aprendizaje. Esta prosocialidad de la educación se analiza a través del concepto económico de la no rivalidad. Se demuestra que la educación es un tipo de comportamiento de ayuda, pero no es altruista. Finalmente, se ofrecen indicaciones para futuras investigaciones bajo este enfoque maximalista del estudio científico de la educación.

Palabras clave: enseñanza; cognición; orígenes y desarrollo de la enseñanza; capacidad cognitiva natural; prosocialidad; bienes no rivales

Teaching is one of nature's remarkable inventions. It is that invention that stands at the heart of the story that appears on these pages. A premise central to this article is that in order to fully understand teaching, as much as is possible, we must describe its enormous complexity. The purpose of this article is to attempt to describe some of this complexity. Although teaching is often equated with knowledge transmission, I intend to show that teaching goes far beyond that.

Approximately 2,400 years ago, in ancient Greece, Socrates attempted to teach a friend's slave boy how to double the size of a square (Plato, 2005). It was the first recorded teaching episode in the West. From that time, we have been attempting to understand teaching. Great strides have been made in that endeavour, of course. I join others in that quest, but do so with several twists. Briefly, I expand the idea of teaching as knowledge transmission to include what precedes it, what I term stage-setting. This is as much a part of teaching as knowledge transmission. In this broadened view, I expand it further by including prosociality, which is deeply embedded in teaching.

Fast-forwarding to the modern field of education, academics interested in teaching often build theories about and conduct research on how to improve children's learning through effective teaching and how to improve teachers' teaching. My focus is elsewhere (Strauss, 2005).

I have gone back to the drawing board and ask what teaching is via three seemingly simple foundational questions. I ask: why do we teach in the first place? This gets at the deep human motivation to teach and an answer to that question surely implicates biological and cultural evolution. I also ask what has to

be in place in four intertwined areas (emotions, motivation, interpersonal prosocial relations and cognition) for teaching to take place. And to that I add a third question: what, if any, changes occur to all four areas as teaching happens? For example, does teaching affect, say, teachers' prosociality?

What follows is a beginning attempt to answer these questions. What I propose is to try to understand what teaching is made of. It is a description of what full-blown, complex and normative adult teaching is comprised of, what the cognitive components of teaching may be.

Were we to gain an understanding of these questions, we could have a deeper understanding of what teaching is.

Where can we gain this understanding? Over the past half a century or so, two fast-growth scientific areas are the cognitive and developmental sciences, writ very large. I believe they are excellent candidates for informing teaching. This is not a new suggestion. However, I believe I am proposing a fresh perspective on how both the cognitive developmental sciences and education can benefit from this amalgam.

Those in the cognitive sciences, helped by those with education perspectives, can move from the narrow confines of viewing teaching as primarily knowledge transfer to a much broader view. Those in the field of education can gain much from a closer link with recent advances in the cognitive and developmental sciences by broadening their view of the domains that can help them better conceptualize what teaching is. The broadened view of both the cognitive sciences and education has potential to suggest ways to answer the questions I posed. This is one of the ideas that percolate in these pages.

Surprisingly, teaching has often been quite neglected in a broad view of contemporary cognitive and developmental sciences. Learning has been studied extensively, of course. But teaching, which is linked to learning, has often been flying below the radar.

When teaching has been studied in modern cognitive sciences, it has been seen as an intervening variable used to understand other domains. From among a myriad of examples for this claim, here are two. First, in cognitive social anthropology, scientists have been searching for how culture cumulates. One basic idea is that there should be high fidelity information transmission with little error in that transfer from one person to another (Lewis & Laland, 2012). Candidates for what allows this are language and imitation. Teaching has also been used as an explanatory mechanism for cumulative culture (Caldwell, Cornish, & Kandler, 2016; Caldwell, Renner, & Atkinson, 2017; Laland, 2017; but see another view by Zwirner & Thornton, 2015). The focus of studies of this type is on cumulative culture, not on teaching. Here, teaching aids in understanding another domain.

Second, in an aspect of education, scholars and scientists attempt to study learning effects when different teaching techniques are employed. Notice: the attempts of research of this type are to see how well learning takes place under varying conditions of teaching. The focus here is on learning outcomes and on which teaching techniques lead to these learning outcomes. Studies look at the effects of teaching but not at what comprises teaching.

In these two major lines of research and theory development, teaching is an explanatory mechanism that is used as a means to a goal: to understand cumulative culture and improve others' learning. In both cases and in many others, as well, understanding what comprises teaching is not the focus. I contend that this very explanatory system, teaching, is itself in need of understanding. My suggestion, then, is to shift teaching from the background to the foreground in modern cognitive sciences.

This is not to say that the use of the cognitive sciences to inform teaching has not occurred. It has, of course. Some of the first modern excursions into the cognition of teaching were done by Leinhardt and Greeno (1986) and Palinscar and Brown (1984). In the meantime, however, the cognitive and developmental sciences have been hurtling along at a blinding pace, making those fields almost unrecognizable from what they were a mere 30 years ago. What I propose here is that we ought to take into account the enormous strides that are happening in contemporary cognitive and developmental sciences in an attempt to better understand what teaching is.

An outline of the exposition of my ideas in this article goes as follows. I begin by contrasting minimalist and maximalist approaches to research on teaching, coming down on the side of the maximalist approach. I then address mind-to-mind aspects of the cognition of teaching. That is followed by a brief exposition of heart-to-heart prosocial aspects of teaching, relying, in part, on a concept from economic theory. And, at the end, I summarize the basic ideas presented in this article and point to places where work is needed.

Minimalist DNA and maximalist backward engineering approaches

Two main theory-building and research strategies can be used to gain a scientific understanding of teaching. The first holds a venerable position in the sciences: the minimalist approach. Here the attempt is to find the bedrock of teaching, its DNA, whose description is parsimonious using the least number of elements needed to describe it. In this approach, we seek teaching's origins, and then see how their developmental courses lead to the remarkable complexity found in adult human teaching. In this approach, this core of teaching could allow us, then, to determine the nature of teaching among, say, non-human animals and then, as we move up the evolutionary ladder, we can study what elements are added along the way in different species.

In the second, maximalist approach, from the very start we seek to describe the most extensive, complex and varied teaching possible. An assumption I make is that normative adult human teaching is just that. Without belabouring the point, a moment's thought indicates that non-human animal teaching and teaching machines (a human invention that was created by people who have taught each other) have less complexity than normative human adult teaching.

Using the maximalist approach, the strategy to gain a scientific understanding of teaching is to do backward engineering where we move from the enormous complexity of normative adult human teaching all the way back to its origins and

then reverse course by describing its developmental trajectories. This maximalist approach has potential to provide an extensive map of teaching Information, Knowledge, Understandings and Skills (IKUS), which, in turn, points to where to go looking for their origins and developmental trajectories.

These two approaches, neither of which is a straw man, start at different ends of a continuum and move in opposite directions. Can they live side by side? Are they mutually exclusive? The easy way out of reconciling these two approaches is to say that both have a place in our attempt to understand teaching when using the cognitive and developmental sciences as our conceptual platform. But I believe that, in contrast to the maximalist approach, the minimalist approach is unlikely to provide a full map of the teaching's complexity, and it is exactly this that we need to know so as to better understand teaching. The minimalist approach can yield understandings about some of the core areas of the cognition of teaching, but the full panoply of teaching probably won't be obtained if we rely on the minimalist approach alone.

For example, in the minimalist approach, we would almost surely study knowledge transmission. But, as we shall see, that is just one of a myriad of teaching's components. It is salient, to be sure, but it is not the sole component. Were we to take the minimalist approach to studying teaching, we would still need a description to account for, as fully as possible, all aspects of teaching. And it is this full account that is the aim of the maximalist approach.

Once we have a maximalist description of teaching, we can then describe its components' cores as well as their origins and developmental trajectories. That is what I attempt to do in these pages. And in so doing, I provide a bird's-eye, panoramic view of cognitive developmental aspects of teaching with hints about its full scope of complexity in normative adult human teaching. There will be little detail about the many controversies that swirl around each of the areas canvassed in this article.

I apologize that I disappoint with this article hardly having even taken off. For those expecting it, a full maximalist description of the cognitive development of teaching is not at hand. What I write is incomplete. I intend to give the flavour of the enterprise I am suggesting, not the complete product. So as to make up for disheartening the reader, I demonstrate and highlight the nature of the enterprise by briefly analysing two general areas of teaching: (1) mind-to-mind coupling and (2) heart-to-heart coupling in the prosociality of teaching. Underlying each are parts that comprise some of teaching's extraordinary complexity.

Mind-to-mind coupling

This section has two parts: adult mind-to-mind coupling and that coupling in children.

Mind-to-mind coupling in adults

Teaching is not a one-way direct transmission of IKUS from a source, a teacher (T), to a recipient, a learner (L). Teaching is bidirectional and interactive (Strauss,

Calero, & Sigman, 2014). Furthermore, teaching is not solely the transmission of IKUS. I attempt to show that normative adult teaching involves much more than that. It includes: (1) stage-setting; (2) interventions intended to transfer knowledge; (3) the organization of teaching; and (4) scaffolding it.

Stage-setting

Prior to transmission of IKUS, the T and L dynamically set the stage for it to occur. In this stage-setting phase, considerable mutual monitoring and assessment take place between the two. The adult T attempts to assess the L's *emotional state*: is he positively emotionally engaged? Does he have anxiety concerning, say, learning about the Hungarian government's policy towards the Central European University in Budapest; identifying warthogs' footprints in a forest in Kerala, India; or tying his shoelaces in Jaffa, Israel? If a L has anxiety, the T attempts to influence his emotional state so as to enable him to become emotionally engaged more positively in learning. When attempting to reduce anxiety, how many times have you said or heard someone say something to this effect, which is intended to reduce a L's anxiety: 'Chill out. You already know 90% of this; all that's left is 10%'.

Related is the L's *motivational state*. Is he motivated to engage in learning? The T wants him to persist in the task at hand and, as a result, the L's motivational state should ideally be at no less than some minimal level so that the L will be engaged in the T-L interactions.

Notice that there are implicit assumptions here for teaching. One is that a L who is emotionally anxious and/or unmotivated will not easily learn the material being passed on by the T. Adult professional Ts (and non-professional Ts, such as parents) believe that these are prerequisites for learning, and it is incumbent on them to assess the L's emotional and motivational states and intervene, if necessary, so as to enable the L to be receptive to her IKUS transfer interventions. This enabling of positive emotions and motivation is essential to teaching. Strauss (2001) and Strauss and Shilony (1994) described adult professional teachers' mental model of children's minds, how learning occurs in these minds and the roles of teaching in fostering that learning. Ts' mental model includes emotional and motivational components.

A third part of stage-setting concerns the T assessing a L's current *state of IKUS*. This mind-reading is done so that the T knows what to address in her teaching. She may need to know what the L knows and how much is needed to understand the issues at hand. If the T doesn't have a sense of that, she may aim the IKUS too high or too low, given the L's current state of IKUS.

I dwell a bit on the T's mind-reading assessment of the L's state of IKUS. From a cognitive developmental perspective, implicit in this mind-reading may have the adult T representing: (1) a solution to the task at hand; (2) the L's current representation of the task's solution and, if it exists; (3) a gap between the state of IKUS required to solve the task and the L's state of IKUS for task solution. If there is a knowledge gap, Ts act to close it.

Notice that, implicit in detecting IKUS in the L, the T probably knows that the L may have competency in IKUS, can possess partial IKUS or can be ignorant. Without this there would be no meaning to detecting a knowledge gap between yourself and others. Detecting a knowledge gap is not the transfer of IKUS. It is, though, a condition for it to occur.

As an interim summary, teaching includes stage-setting which involves reading at least three states: motivational, emotional and IKUS. The cognition of reading the L's IKUS may have Ts' representations of possible gaps between the cognitive states necessary for task solution and the L's state of IKUS. The components of the cognition of teaching include all of this and more within stage-setting.

This admittedly bare-bones account of stage-setting did not include the cognition of Ts' emotions and motivation reading. And what was written about the state of IKUS reading was meagre. Nevertheless, it presents a view, albeit a very general one, of the place of stage-setting in the cognition of teaching. These are components of teaching. And they go beyond IKUS transmission.

Transfer of IKUS via interventions to close a knowledge gap

The goal of the transmission of IKUS is closing a knowledge gap. Two major ways for this to happen are to explain what is at hand and demonstrate solutions to a problem. I now slightly unpack them.

Regarding *explanations*, when we speak to others we are trying to signal something to them. We might tell them what, say, rules of playing a board game are. When we communicate these rules we are not only passing on IKUS about those rules. We are also communicating the fact that we are communicating something and, in so doing, we are intentionally preparing the L for the content of the message. When doing this, we are communicating ostensively (Csibra & Gergely, 2009; Sperber & Wilson, 1995), signalling that we intend to tell the L something and that that something is the rules of the game. And when we explain in teaching situations, we close the gap in IKUS which is the result of the L learning.

When explaining, adult Ts attend to many aspects of the L. For instance, Ts pace the speed of presenting IKUS and use vocabulary that is appropriate for the L's level. It may be the case that underlying our choices of pace and vocabulary is an implicit understanding of the L's information processing constraints. When teaching, Ts try not to exceed these constraints.

With respect to *demonstrations* of complex skills that cannot be learned by one exposure to the task at hand, such as demonstrating to a five-year-old how to open a door with a key, it can be done by: (1) breaking the task into component parts where the T teaches each part separately (e.g., where to hold the key, position the teeth down, insert the key in the lock, turn the key clockwise, etc.), eventually putting them together at their seams; (2) performing the task in slow motion; and (3) exaggerating parts so as to focus the L's attention to salient parts of task solution. Exaggeration supports attention allocation to the fundamental properties of the task at hand and de-emphasizes its less important parts (Gardenfors, 2017).

Underlying each of these three ways to demonstrate may be Ts' implicit assumptions about Ls' information processing constraints and Ts' attempts to reduce the task's cognitive load so as not to exceed those constraints. If the T doesn't have some sort of (unfortunately, for us, unspecified but in need of specification) beliefs about Ls' information processing constraints, she could simply demonstrate the full and continuous procedure at a standard pace without exaggerations as if performing it alone without a L present. But she usually doesn't, suggesting that such belief systems about cognitive constraints regarding learning may be part of her mental model of teaching and, therefore, of learning (Strauss & Shilony, 1994).

Many believe that IKUS transmission is the essence of teaching. These ways of taking into account Ls' cognitive constraints when explaining and demonstrating are the tip of the cognitive iceberg of how we close a gap in IKUS. Clearly, much work has to be done here.

Organization of teaching

Transmission of IKUS is not done randomly. It is embedded in an architecture of organizing the sequences through which IKUS can be transmitted. Implicitly, adults organize what they first present, what follows that, and so on and so forth.

For example, when teaching a new employee how to prepare espresso coffee, a barista may begin by grinding coffee beans in a grinder, which requires knowing approximately how many coffee beans to put into the grinder, where to put the beans, how to adjust the grinder for various granularity sizes, how to turn on the grinding machine, what to put in the spout to catch the ground beans, how to tamp the loose grinds so that they will be compact and dense, etc.

The barista may empty the device that caught the coffee grounds and ask the L to do the same while monitoring the L's activities, intervening when necessary (knowing when it is necessary is a large issue unto itself), answering questions the L may have, and more.

This is an example of how transmission of IKUS can be organized in rather rigid procedural IKUS. Game rules are also procedural but are less rigid than the barista example because you can apply game rules in various orders at different times of the game. Yet teaching how to play a game is done in an organized fashion. Teaching declarative knowledge is also organized in ways Ts believe are conducive to learning.

The case of teaching someone to play a board game is organized into two phases. In the first, the adult T generally explains the rules of the game and demonstrates legal moves governed by the game's rules. When the T determines that the L has grasped the rules, she is likely to move to the second phase where both she and the L play the game. But this is not true playing because she monitors the L's playing, making corrections with further explanations and demonstrations when necessary. This second phase is still part of the transfer of IKUS. It is likely that the T has a representation of the game's rules and legal moves.

She monitors the L's moves and infers what his representations are of how to play from his moves. When the L knows how to play the game successfully, by the T's and L's definition of success, the T stops teaching and the two then play the game as equals.

To slightly detail the endpoint of the second phase, I ask: what could be involved in stopping teaching? The flip side is to ask why the T doesn't continue teaching. One candidate for an answer is that the T has a representation of correct rule-governed moves of the game, and she has a representation of the L's representation of the moves. If the gap between the two representations is 'close enough', there is no need to continue teaching, and it is stopped. As researchers, we would want to understand what 'close enough' is for Ts and Ls.

As an interim summary, we see that teaching is organized in ways that the T thinks will be conducive to fostering learning. This organization is no less a part of teaching than IKUS transmission.

Scaffolding

While the adult T is doing all of the above, it is often the case that the L gains only a partial grasp of the task. When that happens, Ts adjust their teaching to their representation of the L's changing knowledge state. These scaffolding adjustments (Wood, Bruner, & Ross, 1976) are sometimes termed contingent teaching because the forms of teaching are contingent on the T's representation of the child's changing representation of the task at hand as inferred from his moves. As the L becomes more competent in the eyes of Ts, they hand over increasing responsibility to the L, termed fading. If the L is not progressing or solves the problem at a lower level than before, the T intervenes more tightly, sometimes teaching lower-level rules so as to strengthen them.

A way to describe this, for the purposes of understanding what teaching is, is to suggest that adult Ts have an online Theory of Mind that allows them to make IKUS transmission adjustments via their IKUS-reading. But, given the maximalist view, there is a need to include emotions- and motivation-reading along with the IKUS-reading in our description of scaffolding.

The point of this section is that, were we interested in gaining a comprehensive view of the complexity of the cognition of teaching, it would be best not to restrict teaching to IKUS transmission. I suggested that teaching could also include the various aspects of stage-setting as well as the cognition of the organization of teaching.

A caveat

As an interim point, the reader may think that the picture I drew of stage-setting and transfer of IKUS by the T's and the L's interpretations of and responses to that transfer of IKUS is linear and sequential in the order just presented. But actual teaching is not at all like that (Mevorach & Strauss, 2012). My presentation is not intended to suggest that teaching is lockstep in the way it was presented. Ts and

Ls move back and forth between the components I mentioned as teaching and learning proceed. However, the dynamics of jumping from one part to another doesn't mean the parts don't exist. It just means that our task of describing and understanding full-blown normative adult teaching and both its origins and developmental trajectory becomes more difficult and, I may add, more fun.

I just presented a few miniscule, although important, parts of adult human teaching. In a backward engineering move, I now go from the complexity of normative teaching among adult humans to the origins and development of some of what I described in the maximalist approach. I reiterate that the maximalist description provides a map for deciding which components of teaching should be investigated so as to determine their origins and development. It is to this that I now turn.

Mind-to-mind coupling in children

In this section, I briefly present children's teaching in the form of scaffolding, organization of teaching, infants' and children's strategies of transfer of IKUS to reduce or close a knowledge gap.

Work done with my colleague Margalit Ziv (Strauss, 2005, 2012, 2016; Strauss & Ziv, 2012; Strauss, Ziv, & Frye, 2015; Strauss, Ziv, & Stein, 2002; Ziv, Solomon, Strauss, & Frye, 2016) suggests that teaching is a natural cognitive ability for humans. One part of this claim is that teaching is enormously complex, opaque (unavailable to the eye, e.g., decisions made by the T when teaching), and instruction about how to teach is rarely, if ever, aimed to toddlers. Nevertheless, they detect and reduce knowledge gaps at age 3.5 and may possibly have precursors at age one.

With respect to *scaffolding*, Wood, Wood, Ainsworth, and O'Malley (1995) found it in teaching among children age seven. However, Ziv et al. (2016) found that most children age five and fewer children age four teach contingently. This means that when five-year-olds attempt to pass on their IKUS, they adjust their transmission activities to their representation of a L's changed state of IKUS that was altered by their prior teaching. This suggests that, by age five, they may have an online theory of mind. As best as I know, there aren't studies of children's emotions- and motivation-reading in the area of scaffolding.

Concerning the *organization of teaching* sessions, Ziv et al. (2016) found that children age four, when teaching a game, combine the first and second phases, which are kept separate by adults. For instance, they don't give descriptions of the game's rules at the outset. Instead, they begin playing and then sporadically tell the rules if the L violates them, although they don't always do that, either. Children age five organize their teaching into the two distinct phases mentioned above. This suggests that by age five, children are capable of organizing their teaching into distinct phases and, within these phases, they organize the sequence of what they are presenting.

With regard to *infants' and children's strategies of transfer of IKUS*, children age 3.5 transfer IKUS, and they do it mostly through demonstrations with

explanations accompanying the demonstration. In contrast, children age five engage in transmission of IKUS, mostly through explanations with demonstrations accompanying the explanations.

I briefly elaborate on transfer of IKUS strategies found among 3.5-year-olds. As mentioned, Strauss et al. (2002) and many others that followed found that children age 3.5 close a gap in IKUS primarily through demonstration. For an extensive review of the ontogenesis of transfer of IKUS strategies, see Strauss and Ziv (2012). I now illustrate children's transfer of IKUS via demonstration.

A child is taught how to play a board game and, after she has learned how to play it successfully, she is asked if she wants to play with a friend. Children almost always answer in the positive and then call a similar-age friend over. The experimenter asks the new child if he knows how to play the game so as to establish that that toddler has no knowledge. The experimenter tells the toddler without knowledge that the other toddler knows how to play the game. The knowledgeable toddler passes on her IKUS to the other child with the main motivation being to play the game together. The transfer of IKUS is the part that interests us to record and analyse.

First off, though, it is important for us to understand what children know that leads to a knowledgeable child taking on the role of the T and the less knowledgeable child assuming the role of the L. They do this without being told to do that, which suggests that this is part of their understanding that the T is the knowledgeable one and often takes the lead in transfer of IKUS. This may seem obvious, but it is unclear how children come to know and use that knowledge to act as a T.

Ts age 3.5 typically make the first move without explaining the rules of the game. They simply make a move. Ls watch what the T does but, when it's their turn, they often don't make a move. The T may then tell him that it's his turn. The L then makes a move. (It should be stated here that children at this age have probably already played board games, meaning that they are likely to have some knowledge about the general rules of how to play them, such as turn-taking, making only legal moves of pieces on the board, someone wins, etc.) If the L's move is illegal, the T often intervenes by moving the piece to the correct place, often without explaining what the rule is. As the game proceeds, the L comes to learn most of the rules of the game. This goes on until one of the two wins with the declaration of the winner being made by the T because the T never told the L what conditions need to be met for one to be the winner.

On the surface, this may not seem to be a case of transfer of IKUS for two reasons: (1) the T doesn't explain the rules of the game and how one wins it, leaving the L in the lurch; and (2) she makes the correct move in the event that the L erred. Despite its being less than auspicious, it might be the case that, in what was just described, we are in the presence of transfer of IKUS among toddlers. Two explanations are offered for this claim. Neither is particularly convincing in and of itself, but together they may lead us to consider the possibility that there was an attempt to teach.

First, the T always made the first move. It had been established that the L was not knowledgeable about how to play the game. Perhaps because of that, the T

understood that it was incumbent on her to make the first move; otherwise, how could the L know what to do? The question is whether, with that first move, the T had the intention to transfer IKUS through demonstration. If this was not the case, there could have been instances where the T asked the L to make the first move. This never happened (Strauss et al., 2002).

Second, when the T made the correct move after the L erred and did so without explanation, it might not have been to transfer IKUS about what the correct move was. Perhaps the T just wanted the game to be played with correct moves and her correcting the incorrect move was done to satisfy this condition, and wasn't intended to transfer IKUS.

There are ways to challenge these objections to the claim that 3.5-year-olds attempt to transfer IKUS to a L. In research conducted by Solomon (2003), after the L learned how to play the game, the children played the game. Solomon recorded what they did both in transfer of IKUS and playing. In this situation we have the same board game and the same two children. In the transfer of IKUS situation, the T was knowledgeable and the L was ignorant. The role of the T was to transfer IKUS such that the knowledge gap would be reduced, thus enabling them to play. In the play situation, there is no knowledge gap and the purpose of playing is to win the game. In other words, we have the same two children and the same game but different goals in the two situations: passing on IKUS in teaching and winning the game in playing.

The results of the study that are relevant to the point being made here were that, when children played the game, there was some cheating. In contrast, there was no cheating when teaching took place. In other words, the children in the study distinguished between the goals of the two situations: transferring IKUS and winning. This may suggest that when they were in the transfer of IKUS situation, these children may have understood that cheating has no place for their goals as Ts. This suggests further that they may have been attempting to pass on IKUS.

Given these two findings, where Ts were the first to make a move and did not cheat when transferring IKUS, it may be the case that 3.5-year olds were attempting to transfer IKUS to the L and not merely attempting to correct the L's mistakes so that the correct move would be made.

It is possible, then, that toddlers age 3.5 intervene to close a gap in IKUS with others. But these interventions are unlikely to appear magically at that age. It is likely that there is some sort of preparation for passing on IKUS in infancy. Given the backward engineering move in the maximalist approach taken in these pages, it should be asked if there are cognitive developmental precursors of toddlers' gap in IKUS' detection and reduction.

Research suggests that infants have gap detectors and act to close that gap. Children age one year can be preverbal (i.e., they do not speak, but they understand language) yet they can communicate socially and, of relevance here, they do so by pointing. Research conducted by O'Neill (1996) and Ulf Liszkowski and his colleagues (Knudsen & Liszkowski, 2012a, 2012b; Liszkowski, Carpenter, Striano, & Tomasello, 2006; Liszkowski, Carpenter, & Tomasello, 2008) indicates that preverbal one- and 1.5-year-old infants appear to recognize an information gap (the I of IKUS) and act to close it.

Briefly, evidence for this is provided by Liszkowski et al. (2008), who did the following. An experimenter showed an array of objects on a table to preverbal 12–18-month-old infants and talked about each of them. He then inadvertently (but really on purpose) knocked one off the table, say a key. The infants saw it fall to the floor. After a short time, he looked around and asked the infant where the key was, and infants often pointed to its location on the floor. You might think that nothing extraordinary happened here. After all, the experimenter didn't know where the key was, and when he asked the knowledgeable infant where it was, the infant pointed to its location. But notice that there is an information gap. The infant knew something that the experimenter (presumably) didn't, and the infant acted to reduce the knowledge gap by pointing to the key. As suggested above, this recognition and closure of a gap is at the heart of transferring IKUS, and we see that preverbal infants are capable of both.

So as to test this idea further, Liszkowski et al. (2008) used the same experimental setup, but this time, when the experimenter dropped the key, both he and the infant saw where it fell. As in the first experiment, the experimenter asked infants where it was. But this time, many fewer infants pointed to its location. That may be the case because there is no knowledge gap here. Both the infant and the experimenter knew where the object was and, importantly, the infant acted as if he knew that the experimenter knew where it was. Of course, more research is needed to understand the developmental trajectory of teaching's knowledge gap detection and reduction from infancy to age 3.5, but this kind of research is a very encouraging beginning to find the origins of the detection and reduction of IKUS and its developmental course.

This section dealt with a search for the origins and developmental courses of children's cognitive abilities regarding some of what was presented for adults' teaching. I briefly summarize some of those abilities. At age five it seems that scaffolding occurs, as does organizing teaching sessions into distinct phases. Toddlers at age 3.5 transfer IKUS mostly via demonstration and five-year-olds do that mostly by explanation. And it is possible that there are cognitive precursors for transfer of IKUS among preverbal infants age 1–1.5 regarding recognizing a knowledge gap and acting to close it.

This has been a much too brief description of some aspects of mind-to-mind coupling in an expanded version of teaching. I attempted to show that, inspired by the maximalist approach, an analysis of adults' normative teaching can provide a full-blown map of teaching and point us to places to seek both the origins and development of the map's content. From what I showed, we see that teaching is not only knowledge transmission.

In addition to its cognitive aspects, folded into teaching is heart-to-heart coupling in the form of prosocial behaviours. It is to this that I now turn.

Heart-to-heart coupling: prosociality and economic aspects in teaching

In this section I lay out a brief account of: (1) prosociality; (2) prosociality in adult human teaching; (3) the development of prosociality; and (4) the role of an aspect of economic theory in understanding the prosociality of teaching.

Prosociality

Theory building in the area of prosociality is not new, of course. In evolutionary theory, prosociality, especially altruism, was a bane for Darwin (1859), who understood that it ran counter to a ‘red tooth and claw’ understanding of natural selection. The behaviour of some animals, such as bees, is the ultimate altruism, sacrificing themselves for the benefit of others. From the time Darwin wrote *Origins* until this very day, there is intense debate about this among evolutionary biologists, psychologists, philosophers, theologians and mathematicians.

Prosocial behaviour is an umbrella term that includes helping behaviour, cooperation, empathy, altruism and more. These constructs are related to each other and all are surrounded by debate regarding their definitions.

Prosociality in adult human teaching

In this section, I appeal to the readers’ experiences and ask you to think of the times you taught and have been taught. If what I am about to write has an intuitive ring, it may serve as a guide for where we can expand the richness and complexity pointed out in the sections on the maximalist approach to teaching.

At the centre of education is hope. A hope for education bringing inner harmony for our pupils, no matter what their ages. A hope for forging balanced relations with others, those who we have met and will meet and even those we will never meet, as in the case of sustaining our planet for future generations. A hope for learning to accept love and to give it. A hope for a future of fulfilment for our youngsters.

When one teaches and, it must be added, when it goes well, something special happens. A closeness akin to, and possibly beyond, friendship is formed between the T and L. Folded into teaching are emotional connections the L and T feel for each other.

Involved in this bidirectional giving to and receiving from are relations that move from unequal to equal relations regarding both IKUS and power of the initial giver, the T, in relation to the L. And as the balance of IKUS and power shifts, the T does not abuse her power. Furthermore, teaching, which is fundamentally giving, but also receiving, also involves a willingness to share with another person and that other person’s willingness to take, to accept, what is being shared. In addition, the T has responsibility for another person, a L. This involves a commitment to achieve both the mutual goal of the L’s learning and the well-being of the L as teaching and learning transpire. And this commitment to another’s well-being includes mutual empathy the T and L have for each other. Moreover, teaching involves acts of respect for each other and for what each is doing in stage-setting, organizing the teaching, scaffolding and passing on IKUS. All of this, and more, in concert, makes teaching feel like it possesses a spark of spiritual communion with another.

To place this on another, somewhat lower plane, I suggest that teaching involves what has been termed prosociality. As best as I know, teaching hasn’t been considered in the literature around prosociality.

The development of prosociality

Of the different kinds of prosocial behaviours, I concentrate on helping behaviours of which there are at least three kinds: instrumental, empathic and altruistic (Svetlova, Nichols, & Brownell, 2010). As in many theories of development, for example, Kohlberg's theory of moral development, development moves from relative self-centredness in infancy to taking others into account in early childhood to seeking large principles in adolescence and beyond. The development of prosocial helping has a similar feel to it.

Instrumental helping, which was studied extensively by Warneken and Tomasello (2006, 2007, 2009) is somewhat self-centred and revolves around one's own interest, objects the infant finds interesting and actions, such as helping your father clean the kitchen table of crumbs from a recent meal. Instrumental helping has been found among toddlers when, for instance, they help others retrieve an object that is out of their reach. I pick up on this later. This kind of helping behaviour appears at approximately 18 months.

In contrast to instrumental helping, empathic helping is based on a more advanced social understanding regarding concern for others. Here toddlers are more other-oriented than when they display instrumental helping, understanding that others entertain thoughts, understandings and feelings that are different from those they themselves hold. Svetlova et al. (2010) found that toddlers around 30 months of age showed empathic helping.

Finally, the third, altruistic, helping behaviour involves people relinquishing something, say a valuable object, both knowingly and of their own volition. It also includes the knowledge that they'll be losing that valuable object to someone else. Although there are differing definitions of altruism, at their common core is giving up, both knowingly and voluntarily, something of value to you at a personal cost and doing so for the benefit of another (Dugatkin, 2006).

Origins and development of aspects of prosocial behaviour

Tomasello and his collaborators (Tomasello, 2009; Tomasello & Carpenter, 2007; Warneken & Tomasello, 2009) have done considerable theory development and research around cooperation. In general, their findings indicate that from the second year of infants' lives, they seem to be guided by a cooperative impulse. In Tomasello's view, toddlers are, to use his term, naturally altruistic. Part of this conclusion is based on their work on instrumental helping where one person (A) helps another (B) achieve a goal that B cannot achieve and where A gets no clear reward for that help. Warneken and Tomasello (2006) found that 18-month-olds do that in an unsolicited manner when, say, they open a cabinet door for another person who wants to put books in a cabinet but can't because her hands have books in them.

I dwell on this a bit so as to show where prosociality enters the picture here. It is possible that the toddlers grasped the other person's goal. They may have also recognized that there was an impediment to that person achieving that goal. They probably have world knowledge that doors can be opened. They might also know

that they, themselves, could open the cabinet door, and they also may have decided to open it.

What could be reasons for this instrumental helping behaviour, for prosocial acts? It could have been that these toddlers had been told repeatedly to help others. Or maybe they expect an extrinsic reward, such as praise, and act to receive it. It is also possible that in the past they had feelings of intrinsic reward (for instance, pleasure when they helped others), and they want that feeling again. And maybe those who perform prosocial acts accrue prestige in the eyes of others, which could be rewarding. Whatever the reasons for why toddlers behave prosocially instrumentally, we see that they do so by the second year in their lives.

I would like now to add another dimension to prosociality, relying on a concept in economics.

Economic theory: goods as a window into prosociality

Not long ago, I described to a friend, Jeffrey Sachs, how when a child (or an adult, for that matter) gives a toy to another person, that toy is no longer in his possession. There could be questions about if it was loaned, given as a present, etc. This gets further complicated if a child snatches away another child's toy without permission. But issues of ownership notwithstanding, the toy is no longer in the original child's possession.

In contrast, when a person transfers IKUS to someone else, the one who passed it on, the T, doesn't lose it. Her IKUS has presumably been replicated in another's mind by the very act of that transfer. But her IKUS remains within her.

When describing this to Jeffrey Sachs, he kindly pointed out the concept of rival versus non-rival goods in economic theory that may ring with prosociality in teaching. *Rival goods* concern the consumption of a good which prevents someone else from consuming it. An example comes from the mirth presidents of universities express when telling others about the topic that faculty members often raise in discussion with them: reserved parking spaces on the campus. If I have a reserved parking space, it is a rival good in that no one else can have it. *Non-rival* goods are such that if one person consumes a good, such as clean air, it does not prevent someone else from consuming it. The good can be used and re-used many times. My breathing air does not prevent someone else from breathing it.

The reader may be asking what this has to do with teaching and helping behaviour in children (and adults). My teaching IKUS to another is intended precisely for someone else to have it and use it. And it can get re-used many time as it gets passed on from one to another, sometimes over aeons, which is what happens in cumulative culture.

I claim here that teaching falls under the non-rival category. To support this claim, let's compare research presented above (Liszkowski et al., 2008) where infants detected and closed a knowledge gap when they pointed to a key that fell off a table and toddlers' instrumental helping in the books and cabinet scenario.

In the books scenario, the experimenter had a goal: to put the books in the cabinet. In the experiment with the key, the experimenter had a goal: to obtain the

key. In both scenarios there is an impediment to achieving a goal: hands full of books and ignorance as to the key's location. In the two scenarios, the child acts prosocially by removing the impediment that allowed the experimenter to achieve his goal: opening the cabinet door and pointing to the key's location.

Obtaining the key is a specific instance of how prosociality is embedded in the gap detection and closure part of teaching. The generic case is that Ls have a goal to gain IKUS and ignorance is an impediment to that goal. The T helps the L achieve that goal by transmitting IKUS and, as I showed, that can be done by explanation and demonstration and, in the case of preverbal infants, by pointing.

Look where this reasoning has led us. Explanation and demonstration are ways to transmit IKUS so as to close the gap between the T and L. Earlier I showed what cognitive aspects of detecting and closing the IKUS are. And now I tried to show that inherent in gap detection and closing is prosocial helping. If accepted, this suggests that the extended view of teaching (by adding various kinds of stage-setting, detecting and closing gaps in IKUS, teaching's organization, etc.) is also fundamentally prosocial, which also has cognitive components.

In this analysis, I didn't claim that teaching is instrumental or empathic helping. This requires further analysis and empirical evidence. But it is quite clear that teaching is not altruistic. That is because altruism is thought to be losing something of value for the benefit of another person. I have argued that teaching is non-rival and does not involve losing one's IKUS to the L. The recipient of IKUS, the L, gains but the T does not lose her IKUS. This, then, suggests that teaching is not altruistic prosocial helping behaviour.

I now return to Jeffrey Sachs. He told me about the rival and non-rival distinction in economics, and I began reading about it. His telling me is at the essence of non-rival goods. When he told me, he did not lose his extensive knowledge about the topic. And now I pass it on to those of you who didn't know about this distinction. And those of you who were aware of it may have not connected it to teaching. In addition, the articles I read on the topic are part and parcel of the concept of non-rival goods. Those who wrote the articles shared it with all who read them, and I am sharing my interpretation of these ideas here to you, the reader. And, who knows? Maybe you will pass it on to others.

Summary

The premise underlying this article is that in order to understand what teaching is, there is a need for a more comprehensive cognitive and developmental sciences approach that captures the complexity of teaching. In an attempt to make initial progress on this, I used a maximalist approach to describe adult normative human teaching in a way that lays bare some of that enormous complexity. Rather than view teaching as only transmission of IKUS, I expanded it to include stage-setting (with emotion-, motivation- and mind-reading; scaffolding; the organization of teaching, etc.). This extended description can both reveal teaching's components and serve as a map for where to seek their origins and trace their developmental trajectory. And I extended teaching beyond mind-to-mind coupling to include

heart-to-heart coupling, viewing teaching as acts of prosociality, showing prosociality is inextricably intertwined with teaching.

Whither the programme?

It could be asked where could we go with this enterprise. Here are but a few suggestions.

- Consistent with the maximalist approach, we need a much fuller description of T-L interactions. That analysis can yield a more comprehensive map of teaching's components and a search for their origins and developmental courses. Also in need of elaboration are emotional and motivational aspects forged in T-L interactions.
- Somewhat further afield, and reversing the usual understandings of their relations, teaching has been proposed as a springboard for deep cognitive abilities: language (Laland, 2017), Theory of Mind (Csibra & Gergely, 2006) and metacognition (Calero, Goldin, & Sigman, 2018). In other words, instead of thinking that language, ToM and metacognition make teaching possible, teaching may have made language, ToM and metacognition possible. These and other cognitive abilities ought to be explored further.
- There is a need for a fuller description of the scope of teaching. Investigating teaching in hunter and gatherer societies has potential to provide a more expanded scope than we have at present. Hewlett and Roulette (2016) suggest that although the taxonomy of teaching acts and their development created by Strauss and Ziv (2012) was a good start, transfer of IKUS found in hunter and gathering societies is of a different form. Describing hunter gatherer teaching may help us expand our knowledge about the scope of teaching.
- We can also attempt to describe the universality of teaching's cognitive, emotional and motivational prerequisites found in infancy by testing hunter and gatherer children's cognitive abilities for, say, knowledge gap detection and acts to close them. If these precursors are similar to those found among children in WEIRD (Western, Educated, Industrial, Rich and Democratic) societies, we could speculate about the roles of culture that lead to different kinds of teaching in those societies and small-scale societies such as hunter and gatherers (Strauss et al., 2015).
- Teaching is a form of communication. We would want to know what teaching shares with and is different from other forms of communication. One candidate for a difference is the intention to cause learning in another which doesn't seem to be part and parcel of other forms of communication.
- We are in need of a description of the dynamics of interactions between the T and L. We will almost surely need a language of transaction to describe what happens when teaching takes place.
- Although humans most often teach using language, as in the case of explanation, the necessity of language for teaching is not incontrovertible.

Examples of this claim are that infants can demonstrate without the use of language, non-verbal infants close a knowledge gap without the use of language and there is evidence of teaching knapping of stone tools 160,000 years ago when it is unlikely that there was language among our ancestors (Assaf, Barkai, & Gopher, 2016).

I have proposed an ambitious programme to create a cognitive development science understanding of an expanded understanding of teaching. This understanding can be attained if scientists and scholars from many disciplines work together to forge an ancient-new theory of teaching, one that began in the West some 2,400 years ago in ancient Greece and that has potentially new beginnings in contemporary science.

Some of the areas that could partake in this undertaking are: neurosciences (brain-to-brain coupling: Holper et al., 2013; Stephens, Silbert, & Hasson, 2010; Stolk et al., 2013); non-human animal teaching (Hoppitt et al., 2008); cultural anthropology (teaching in small-scale societies such as hunter and gatherers: Hewlett, 2014; Hewlett, Fouts, Boyette, & Hewlett, 2011; Hewlett & Roulette, 2016; Sugiyama, 2017); economics (altruism and cooperation: Nowak & Highfield, 2012); prosociality (Chernyak, Trieu, & Kushnir, 2017; Kushner & Koenig, 2017; Schmidt & Sommerville, 2011); cultural evolution (Caldwell et al., 2016, 2017; Lewis & Laland, 2012; Zwirner & Thornton, 2015); biological evolution (Thornton & McAuliffe, 2006; Thornton & Raihani, 2008); cooperation (Tomasello, 2008, 2009; Warneken & Tomasello, 2006, 2007, 2009; Was & Warneken, 2017); communication theory (Sperber & Wilson, 1995); artificial intelligence (intelligent tutoring systems: Millis, Forsyth, Wallace, Graesser, & Timmins, 2017; Vollmer & Schillingmann, 2017); teacher education (Grossman, Hammerness, & McDonald, 2009); ontogenesis (Corriveau & Harris, 2011; Csibra & Gergely, 2009, 2011; Ronfard & Corriveau, 2016; Strauss & Ziv, 2012); robotics (Vollmer et al., 2014); clinical psychology (Fonagy, Campbell, & Bateman, 2017); social psychology (interpersonal relations: empathy in teaching — Ford, Lobao, Cacauly, & Herdman, 2011; Svetlova et al., 2010); and more.

In addition, the advent of new technologies can enable us to get precise reads on important aspects of teaching such as eye contact, emotions, emotions reading, body position, gestures, and more.

Scientists from these and other areas, working in concert, have the potential to create a broad scientific footing for teaching. Here is an opportunity to create a deep understanding of teaching's enormous complexity and to harness that understanding to give back to our societies that have supported us. In this view, there is room for those with predilections for theory and research in the areas of science just mentioned and for aiding school programmes and teacher education courses. All of this is within our reach. All we need to do is extend our collective arms in harmony to achieve these goals and find ways to wed the science of complex teaching and education for the betterment of all our children.

Hacia un conocimiento ampliado de la enseñanza humana basada en la ciencia del desarrollo cognitivo

La enseñanza es una de las invenciones más extraordinarias de la naturaleza. Esta invención es el centro de la historia que aparece en estas páginas. Una premisa central de este artículo es que, para conocer exhaustivamente la enseñanza y el aprendizaje, debemos describir en lo posible su enorme complejidad. El objetivo de este artículo es tratar de describir parte de esta complejidad. Aunque la enseñanza suele equipararse con la transmisión de conocimientos, trataré de demostrar que la enseñanza va mucho más allá.

Hace aproximadamente 2,400 años, en la Antigua Grecia, Sócrates trataba de enseñar al joven esclavo de un amigo cómo duplicar el tamaño de un cuadrado (Plato, 2005). Se trata del primer episodio de enseñanza registrado en Occidente. A partir de entonces, hemos tratado de comprender la naturaleza de la enseñanza y el aprendizaje. Por supuesto, hemos hecho grandes avances en esa dirección. Yo mismo me uno a muchos otros en esa búsqueda, pero lo hago con ciertas particularidades. Sucintamente, ampliaré la idea de la enseñanza como transmisión de conocimientos para incluir aquello que le precede, lo que denomino ‘creación del marco’. Este proceso forma parte de la enseñanza en la misma medida que la transmisión de conocimientos. Desde este punto de vista más amplio, extendiendo aún más el enfoque para incluir el concepto de prosocialidad, que está firmemente ligado a la educación.

Si damos un salto al ámbito moderno de la educación, los académicos interesados en la enseñanza suelen investigar y construir teorías sobre la manera de mejorar el aprendizaje de sus estudiantes a través de una enseñanza más eficaz y sobre la manera de mejorar la práctica docente. Mi foco es otro (Strauss, 2005).

Retrocedo a los comienzos y cuestiono en qué consiste la enseñanza con tres preguntas básicas y aparentemente sencillas. Pregunto: ¿Por qué enseñamos? Esta pregunta apunta a las motivaciones humanas más profundas para enseñar y una posible respuesta sin duda implica la evolución biológica y cultural. También cuestiono las condiciones que han de darse en cuatro ámbitos interrelacionados (emociones, motivación, relaciones interpersonales prosociales y cognición) para que tenga lugar la enseñanza. Y a estas preguntas añado una tercera: ¿Qué cambios ocurren en estas cuatro áreas a medida que tiene lugar la enseñanza y el aprendizaje? Por ejemplo, ¿influye la enseñanza en la prosocialidad del profesor?

Lo que sigue es un intento de dar respuesta a estas preguntas. Mi propuesta es tratar de comprender en qué consiste la enseñanza. En dar una descripción de los componentes de una enseñanza adulta completa, compleja y normativa; de cuáles

podrían ser los componentes cognitivos de la enseñanza. Si consiguiéramos responder a estas preguntas, lograríamos tener un conocimiento más profundo de la educación.

¿Dónde podemos obtener este conocimiento? Durante la última mitad de siglo aproximadamente, destacan dos áreas científicas de crecimiento rápido y significativo: las ciencias cognitivas y las ciencias del desarrollo. En mi opinión, son excelentes candidatos sobre los que basar la educación. Esta no es una idea nueva. No obstante, creo que estoy proponiendo una perspectiva nueva sobre los posibles beneficios de esta combinación, tanto para las ciencias del desarrollo cognitivo como para la educación.

Los estudiosos de las ciencias cognitivas, con la ayuda de quienes tienen una perspectiva educativa, pueden salir de los estrechos límites que impone una concepción de la enseñanza como mera transmisión de conocimientos para adoptar un enfoque mucho más amplio. Los educadores pueden beneficiarse de un vínculo mucho más estrecho con los recientes avances de las ciencias cognitivas y del desarrollo si amplían sus concepciones de los ámbitos que pueden ayudarles a conceptualizar qué es la educación. Este enfoque ampliado de las ciencias cognitivas y de la educación tiene el potencial de sugerir nuevas maneras de contestar a las preguntas que he formulado en estas líneas. Esta es una de las ideas que impregnan estas páginas.

Curiosamente, con frecuencia la enseñanza ha sido desatendida en un enfoque ampliado de las ciencias cognitivas y del desarrollo. El aprendizaje se ha estudiado extensamente, por supuesto. Pero la enseñanza vinculada con el aprendizaje ha pasado desapercibida frecuentemente.

Cuando se ha estudiado la enseñanza en el marco de las ciencias cognitivas modernas, se la ha considerado como una variable que ayuda a comprender otros ámbitos. De entre una miríada de ejemplos que respaldan esta afirmación, apunto a dos. En primer lugar, en la antropología social cognitiva, los investigadores han estudiado cómo se acumula la cultura. Una idea básica es que debería haber una transmisión de información de alta fidelidad, con errores mínimos en la transmisión de una persona a otra (Lewis & Laland, 2012). Dos candidatos a factores que permitan esta transmisión precisa son el lenguaje y la imitación. La enseñanza también se ha utilizado como mecanismo explicativo de la cultura acumulativa (Caldwell, Cornish, & Kandler, 2016; Caldwell, Renner, & Atkinson, 2017; Laland, 2017; véase también otro punto de vista en Zwirner & Thornton, 2015). El enfoque de este tipo de estudios se centra en la cultura acumulativa, no en la enseñanza. Aquí, la enseñanza ayuda a comprender otros ámbitos del conocimiento.

En cuanto al segundo ejemplo, en el ámbito de la educación, estudiosos e investigadores tratan de analizar los efectos en el aprendizaje del uso de distintas técnicas de enseñanza. Cabe destacar que este tipo de investigación trata de analizar la eficacia del aprendizaje en distintas condiciones de enseñanza. El foco recae aquí sobre los resultados del aprendizaje y sobre las técnicas de enseñanza que conducen a estos resultados. Los estudios, pues, se dirigen hacia los efectos de la enseñanza y no a aquello que la compone.

En estas dos líneas principales de investigación y desarrollo teórico, la enseñanza es un mecanismo explicativo que se utiliza como medio para alcanzar un objetivo: comprender la cultura acumulativa y mejorar el aprendizaje de otros. Propongo que este mismo sistema explicativo, la enseñanza, requiere de estudio en sí mismo. Mi sugerencia, pues, es sacar la enseñanza de ese segundo plano y situarla en primera línea de las ciencias cognitivas modernas.

Con ello no quiero decir que no se haya hecho ya uso de las ciencias cognitivas para basar la enseñanza. Por supuesto, ya se ha hecho. Algunas de las primeras incursiones modernas en la cognición de la enseñanza las realizaron Leinhardt y Greeno (1986) y Palinscar y Brown (1984). Si embargo, entretanto, las ciencias cognitivas y del desarrollo avanzan a toda velocidad, cambiando esos ámbitos casi de manera irreconocible respecto a tan solo 30 años atrás. En este artículo propongo que deberíamos tener en cuenta los enormes avances que están teniendo lugar en las ciencias cognitivas y del desarrollo para tratar de comprender mejor en qué consiste la enseñanza.

A continuación ofrezco un esbozo de la exposición de mis ideas en este artículo. Comienzo contrastando los enfoques minimalista y maximalista de la investigación sobre la enseñanza, inclinándome por la opción maximalista. Después abordo aspectos que denomino ‘de mente a mente’ sobre la cognición de la enseñanza, seguido de una breve exposición de algunos aspectos prosociales de la enseñanza ‘de corazón a corazón’ basándome, en parte, en un concepto de la teoría económica. Por último, finalizo con un resumen de las ideas principales presentadas en este artículo y señalo áreas en las que es necesario un trabajo adicional.

Enfoque minimalista del ADN y enfoque maximalista de la ingeniería inversa

Para alcanzar un conocimiento científico de la enseñanza podemos adoptar dos estrategias básicas de desarrollo teórico e investigación. La primera goza de una posición respetada en las ciencias: el enfoque minimalista. Esta estrategia consiste en identificar los cimientos de la enseñanza, su ADN, con una descripción parca, utilizando el número mínimo de elementos necesarios para ello. Bajo este enfoque, se buscan los orígenes de la enseñanza y se observan sus distintos cursos de desarrollo hasta la extraordinaria complejidad de la enseñanza adulta humana. Conocer esta esencia de la enseñanza podría permitirnos determinar la naturaleza de la enseñanza, por ejemplo, entre animales no humanos y así avanzar en la escala evolutiva para estudiar los elementos que se van sumando en distintas especies.

Bajo el segundo enfoque, el enfoque maximalista, desde el comienzo tratamos de describir una enseñanza lo más exhaustiva, compleja y variada posible. Propongo que la enseñanza normativa de adultos humanos es justamente eso. Sin abundar demasiado en este punto, una rápida reflexión nos indica que la enseñanza animal no humana y las máquinas educativas (una invención humana creada por personas que se enseñan unas a otras) tienen un nivel de complejidad menor que el de la enseñanza normativa adulta humana.

Aplicando este enfoque maximalista, la estrategia de alcanzar un conocimiento científico de la enseñanza es hacer ingeniería inversa de modo que partimos de la enorme complejidad de la enseñanza normativa de adultos humanos para remontarnos a sus orígenes y seguir el curso inverso describiendo sus trayectorias de desarrollo. Este enfoque maximalista tiene el potencial de ofrecernos un mapa exhaustivo de información, conocimientos, comprensión y capacidades (ICCC) sobre la enseñanza que, a su vez, apunta al lugar donde indagar en esos orígenes y en sus trayectorias de desarrollo.

Estos dos enfoques — y ninguno de los dos es un subterfugio — parten de extremos opuestos de un continuo y se mueven en direcciones opuestas. ¿Pueden coexistir? ¿Son mutuamente excluyentes? La manera más fácil de reconciliar estos dos enfoques es decir que ambos tienen su lugar en nuestros esfuerzos por comprender la enseñanza aplicando las ciencias cognitivas y del desarrollo como plataforma conceptual. Pero opino que, a diferencia del enfoque maximalista, es muy poco probable que el enfoque minimalista facilite un mapa completo de la complejidad de la enseñanza humana, y esto es precisamente lo que necesitamos conocer para comprenderla mejor. El enfoque minimalista puede producir el conocimiento de algunas de las áreas esenciales de la cognición de la enseñanza, pero probablemente no nos permita acceder al abanico completo de la enseñanza si dependemos solo de este enfoque.

Por ejemplo, bajo el enfoque minimalista, probablemente estudiaríamos la transmisión del conocimiento. Pero, como veremos, este no es más que uno de los múltiples componentes de la enseñanza. Es prominente, por supuesto, pero no es el único. Si adoptásemos el enfoque minimalista, seguiríamos necesitando una descripción que explicase, de la manera más completa posible, todos los aspectos de la enseñanza. Y este relato completo es precisamente el objetivo del enfoque maximalista.

Una vez lograda esa descripción maximalista de la enseñanza, podemos describir sus componentes esenciales, sus orígenes y sus trayectorias de desarrollo. Esto es lo que trataré de conseguir en estas páginas. Y en mi empeño, ofreceré una visión cenital, una vista panorámica de los aspectos relacionados con el desarrollo cognitivo de la enseñanza, con alusiones al alcance completo de su complejidad en la enseñanza normativa de adultos humanos. Dedicaré muy poco detalle a las múltiples controversias que rodean a cada una de las áreas abordadas en este artículo.

Pido disculpas por decepcionar con este artículo nada más comenzar. Para quienes lo esperaban, no pretendo ofrecer una descripción maximalista completa del desarrollo cognitivo de la enseñanza. Lo que escribo es incompleto. Lo que pretendo es ofrecer un esbozo de la empresa que propongo, no el producto terminado. Para compensar al lector por esta decepción, demuestro y pongo de relieve la naturaleza de esta empresa analizando brevemente dos áreas generales de la enseñanza: (1) el acoplamiento mental (de mente a mente) y (2) el acoplamiento emocional (de corazón a corazón) en la prosocialidad de la enseñanza. Tras ambas áreas subyacen componentes que forman parte de la extraordinaria complejidad de la enseñanza.

Acoplamiento de mente a mente

Esta sección consta de dos partes: el acoplamiento mental entre adultos y entre los niños.

Acoplamiento mental entre adultos

La enseñanza no es una transmisión directa y unidireccional de ICCC de una fuente, el profesor (P) a un receptor, el alumno (A). La enseñanza es bidireccional e interactiva (Strauss, Calero, & Sigman, 2014). Es más, la enseñanza no es sólo la mera transmisión de ICCC. Trataré de demostrar que la enseñanza normativa adulta y humana implica mucho más. Implica: (1) la preparación de un marco o escenografía; (2) intervenciones cuyo objetivo es la transmisión de conocimientos; (3) la organización de la enseñanza; y (4) el andamiaje.

Preparación del marco o escenografía

En una fase previa a la transmisión de ICCC, el profesor y el alumno preparan el marco en el que tendrá lugar esta transmisión. En esta fase de preparación tiene lugar una supervisión y evaluación mutuas considerable entre los dos. El adulto profesor trata de evaluar el *estado emocional* del alumno (A): ¿está motivado emocionalmente? ¿está nervioso/a por tener que aprender, por ejemplo, las políticas del gobierno húngaro respecto a la Universidad Central Europea en Budapest, o identificar huellas de jabalíes en un bosque de Kerala en la India, o por atarse los cordones de los zapatos en Jaffa, Israel? Si el alumno está nervioso, el profesor trata de influir en su estado emotivo de modo que este pueda participar emocionalmente de manera positiva en el aprendizaje. ¿Cuántas veces habrá dicho u oído decir el lector, en un intento de reducir el nerviosismo de un interlocutor alumno, algo así como: ‘Tranquilo; ya sabes un 90% de todo esto, solo falta un 10%’?

También interviene el *estado motivacional* del alumno. ¿Está motivado/a para aprender? El profesor quiere que el alumno persista en la tarea y, por tanto, su estado motivacional no debería estar por debajo de cierto nivel mínimo de modo que pueda implicarse en las interacciones entre alumno y profesor.

Cabe destacar que aquí hay ciertas asunciones implícitas sobre la enseñanza y el aprendizaje. Una de ellas es que un alumno en un estado emocional nervioso o desmotivado no aprenderá con facilidad aquello que el profesor trata de transmitirle. Los docentes profesionales adultos (y también los no profesionales, como los padres) lo consideran un requisito previo para el aprendizaje, y les incumbe a ellos valorar el estado emocional y motivacional del alumno para intervenir, si es necesario, y ayudarlo a ser más receptivo a su transmisión de ICCC. Esta facilitación de motivación y emociones positivas es esencial para la enseñanza y el aprendizaje. Strauss (2001) y Strauss y Shilony (1994) han descrito el modelo mental que los docentes tienen de la mente infantil, cómo tiene lugar el aprendizaje en estas mentes y el papel de los docentes en el fomento del aprendizaje. Este modelo mental de los educadores incluye componentes emocionales y motivacionales.

Un tercer aspecto de este marco está relacionado con el *estado real de ICCC* del alumno. La ‘lectura mental’ a la que me he referido se realiza para que el profesor pueda saber qué abordar en sus enseñanzas. Necesita saber qué conoce ya el alumno y qué necesita para comprender los temas objeto de estudio. Si el profesor o profesora no conocen el estado real de ICCC del alumno/a, puede que apunte sus objetivos de aprendizaje demasiado alto o demasiado bajo, en relación con los conocimientos y capacidades de aquel.

Me detengo un instante en la lectura mental y en la valoración del estado de ICCC del alumno. Desde una perspectiva del desarrollo cognitivo, en esta lectura mental están implícitas las siguientes representaciones por parte del profesor adulto: (1) una solución de la tarea objeto de estudio; (2) la representación que el alumno tiene en ese momento de la solución a la tarea y si esta existe; (3) la brecha entre el estado de ICCC necesario para resolver la tarea y el estado de ICCC del alumno para la resolución de la tarea. Si existe un vacío de conocimientos, el profesor actuará para subsanarlo.

Nótese que, de manera implícita en su detección del estado de ICCC del alumno, el docente probablemente sepa que el alumno puede poseer cierta competencia de ICCC, puede poseer ICCC parciales o puede desconocer el tema por completo. Sin estas posibilidades, no tendría sentido detectar una brecha de conocimiento entre uno mismo y los demás. Detectar brechas de conocimientos no es lo mismo que transmitir ICCC. No obstante, es una condición para que tenga lugar esta transmisión.

A modo de síntesis provisional, la enseñanza implica el establecimiento de un marco que, a su vez, implica una lectura de al menos tres estados: emocional, motivacional y de ICCC. La condición de esta lectura previa del estado de ICCC del alumno puede conllevar las representaciones del profesor de posibles brechas entre los estados cognitivos necesarios para la resolución de la tarea y el estado de ICCC del alumno. Los componentes de la cognición de la enseñanza incluyen todo esto y más en el establecimiento del marco de enseñanza.

En este relato básico del establecimiento de un marco no se ha incluido la cognición de las lecturas que el profesor hace de las emociones y motivaciones del alumno. Y lo que se ha escrito sobre su estado de ICCC es bastante exiguo. No obstante, se presenta un enfoque, aunque muy general, del lugar que ocupa el establecimiento de un marco en la cognición de la enseñanza. Estos son componentes de la enseñanza. Y van más allá de la mera transmisión de ICCC.

Transferencia de información, conocimientos, comprensión y capacidades (ICCC) mediante intervenciones para cerrar la brecha de conocimiento

El objetivo de la transmisión de ICCC es subsanar una brecha de conocimiento. Dos métodos básicos para conseguirlo son: explicar el objeto de estudio y demostrar las soluciones al problema. A continuación desarrollaré brevemente ambos métodos.

Respecto a las *explicaciones*, cuando hablamos con los demás, tratamos de señalarles ciertas cosas. Podríamos estar explicándoles, por ejemplo, las reglas de

un juego. Cuando comunicamos estas normas, no solo transmitimos ICCC sobre ellas; también comunicamos el hecho de que estamos comunicando algo y, al hacerlo, estamos preparando intencionalmente al interlocutor para el contenido del mensaje. Cuando hacemos esto, estamos comunicando ostensivamente (Csibra & Gergely, 2009; Sperber & Wilson, 1995), señalando que vamos a comunicar algo a nuestro interlocutor y que lo que vamos a comunicar son las reglas de un juego. Y cuando explicamos algo en un contexto educativo, el resultado del aprendizaje es el cierre de la brecha de ICCC.

Durante una explicación, el profesor adulto se ocupa de muchos aspectos relacionados con el alumno. Por ejemplo, los docentes marcan el ritmo de presentación de ICCC y utilizan un vocabulario apropiado al nivel del estudiante. Es posible que tras nuestras elecciones de ritmo y vocabulario subyazca un conocimiento implícito de las limitaciones de procesamiento de información del alumno. Cuando enseñan, los profesores tratan de no exceder estas limitaciones.

Respecto a la *demonstración* de habilidades complejas que no pueden aprenderse mediante una única exposición a la tarea como, por ejemplo, demostrar a un niño de cinco años cómo abrir una puerta con una llave, esta demostración puede hacerse mediante: (1) la división de la tarea en distintos componentes que el profesor puede demostrar por separado (e.g., cómo sujetar la llave, la posición de la llave con los dientes hacia abajo, cómo insertar la llave en la cerradura, girar la llave en la dirección de las agujas del reloj, etc.), para finalmente unir estas tareas; (2) realizar la tarea con gran lentitud; y (3) exagerar las distintas partes del proceso para centrar la atención del alumno en las partes más relevantes para la resolución de la tarea. La exageración facilita el enfoque de la atención en los aspectos fundamentales de la tarea y resta importancia a las partes menos relevantes (Gardenfors, 2017).

Tras cada uno de estos tres métodos de demostración podrían estar las asunciones implícitas del profesor sobre las limitaciones de procesamiento de información del alumno y los esfuerzos del docente para reducir la carga cognitiva de la tarea para no sobrepasar esas limitaciones. Si el profesor no posee ciertas creencias (desafortunadamente para nosotros, no especificadas pero que deberían especificarse) sobre estas limitaciones del alumno, podría simplemente proceder a demostrar el procedimiento completo a un ritmo normal sin exageraciones, como si lo estuviese realizando para sí mismo sin un interlocutor delante. Pero por lo general esto no sucede, lo que sugiere que este sistema de creencias sobre las limitaciones cognitivas del aprendizaje podría formar parte de su modelo mental de la enseñanza y, por tanto, del aprendizaje (Strauss & Shilony, 1994).

Muchos creen que la transmisión de ICCC es la esencia de la enseñanza. Estos métodos para tener en cuenta las limitaciones cognitivas del alumno en las explicaciones y las demostraciones son la punta del iceberg cognitivo de cómo cerrar la brecha de ICCC. Obviamente, todavía queda mucho trabajo por realizar en este campo.

Organización de la enseñanza

La transmisión de ICCC no se lleva a cabo de manera aleatoria. Está integrada en una arquitectura organizativa de las secuencias en las que se transmiten los ICCC. Los adultos organizan de modo implícito qué presentan primero, qué le sigue, etc.

Por ejemplo, cuando se le enseña a un nuevo empleado cómo preparar un café expreso, un camarero podría empezar por moler el café en un molinillo, lo que requiere saber aproximadamente la cantidad de grano que debe ponerse en el molinillo, dónde ponerlo, cómo ajustar el molinillo al grosor de molido, cómo activar el molinillo, qué utilizar para recoger el café molido, cómo apretarlo para que esté denso y compacto, etc.

El camarero podría vaciar el contenedor con el que recoge el café molido y pedirle al nuevo empleado que haga lo mismo mientras este supervisa el proceso, interviniendo cuando sea necesario (saber cuándo es necesario es un tema complejo en sí mismo), respondiendo a cualquier pregunta que pueda surgir, etc.

Este es un ejemplo sencillo de cómo puede organizarse la transmisión de ICCC de un modo bastante rígido y procedimental. Las normas de los juegos también tienen un carácter procedimental, pero no son tan rígidas como el ejemplo del camarero porque se pueden aplicar las reglas de un juego en un orden distinto y en diferentes momentos del juego. Aun así, cuando se enseña a jugar un juego, también se hace de manera organizada. Y la enseñanza de conocimientos declarativos también se organiza de un modo que el docente considera favorable para el aprendizaje.

En el caso de enseñar a alguien a jugar un juego de mesa, la explicación se organiza en dos fases. En la primera fase, el adulto que asume el rol de profesor suele explicar las reglas y demostrar las jugadas aceptadas según estas reglas. Cuando el profesor considera que el alumno ha comprendido las reglas, se suele pasar a la segunda fase en la que ambos juegan una partida. Pero no suele ser un juego 'real' puesto que el profesor supervisa el juego del alumno, corrigiendo con explicaciones y demostraciones adicionales siempre que sea necesario. Esta segunda fase todavía forma parte de la transmisión de ICCC. Es muy probable que el profesor posea una representación de las reglas del juego y de las jugadas permitidas.

Así, el profesor supervisa los movimientos del alumno y realiza inferencias sobre sus representaciones de las normas a partir de sus movimientos. Cuando el alumno ya sabe cómo jugar correctamente, de acuerdo con una definición compartida del juego correcto, el profesor deja de enseñar y ambos pueden jugar el juego como iguales.

Para dar un poco más de detalle sobre el final de esta segunda fase, formulo la siguiente pregunta: ¿Qué podría intervenir en este final de la enseñanza? O formulado de otro modo, ¿por qué no sigue enseñando el profesor? Una posible respuesta es que el profesor tiene una representación de las jugadas aceptables según las reglas del juego, así como una representación de la representación de su alumno de estas jugadas. Si la brecha entre las dos representaciones es mínima, no es necesario seguir enseñando, y se detiene la enseñanza. Como investigadores, queremos conocer cuál es esta 'distancia mínima' para profesor y alumno.

A modo de síntesis provisional, vemos pues que la enseñanza se organiza de un modo que el profesor considera favorable para fomentar el aprendizaje y que esta organización constituye una parte no menos importante de la enseñanza y el aprendizaje que la transmisión de ICCC.

Andamiaje

Mientras que el profesor adulto realiza todo lo mencionado en las páginas previas, suele ocurrir que el alumno solo adquiere un conocimiento parcial de la tarea. Cuando esto ocurre, los profesores adaptan su enseñanza a su representación del estado cambiante del alumno. En ocasiones, a estos ajustes de andamiaje (Wood, Bruner, & Ross, 1976) los denominamos enseñanza contingente porque las modalidades de enseñanza son contingentes a la representación de las representaciones cambiantes del alumno sobre la tarea tal y como se infiere de sus movimientos o actuaciones. A medida que el alumno se hace más competente a ojos del profesor, este transfiere cada vez más responsabilidad al alumno, proceso que denominamos desvanecimiento. Si el alumno no progresa o resuelve el problema a un nivel inferior al anterior, el profesor interviene con mayor intensidad, en ocasiones con enseñanzas a un nivel inferior para reforzar estos conocimientos.

Una manera de describir este proceso, para tratar de comprender en qué consiste la enseñanza y el aprendizaje, es sugerir que el profesor cuenta con una teoría de la mente ‘en línea’ que le permite realizar ajustes en la transmisión de ICCC a través de su lectura de ICCC. No obstante, dado nuestro enfoque maximalista, junto a esta lectura del estado de ICCC tenemos que incluir las lecturas de los estados emocional y motivacional en nuestra descripción del andamiaje.

El objetivo de esta sección es que, si estamos interesados en alcanzar una visión exhaustiva de la complejidad de la cognición de la enseñanza, sería mejor no limitarla a la mera transmisión de ICCC. Sugiero que la enseñanza también incluye los diversos aspectos de creación de un marco de enseñanza y aprendizaje, así como la cognición de su organización.

Una advertencia

Como reflexión provisional, el lector o lectora puede pensar que las ideas que he ido esbozando en estas líneas — la construcción de un marco, la transferencia de ICCC, las interpretaciones y las respuestas de profesor y alumno sobre esta — conforman una secuencia lineal en el orden que las he presentado. Pero la enseñanza real no es así en absoluto (Mevorach & Strauss, 2012). No pretendo sugerir que la enseñanza se desarrolla sucesivamente siguiendo el orden de los componentes mencionados. Profesores y alumnos avanzan y retroceden entre estos componentes a medida que se desarrolla la enseñanza y el aprendizaje. No obstante, la dinámica de avances y retrocesos de un componente a otro no significa que estos componentes no existan. Solo significa que nuestra tarea de describir y comprender la enseñanza adulta normativa en toda su extensión, así

como sus orígenes y su trayectoria histórica, se hace más complicada y añado, si cabe, más divertida.

Solo he presentado algunos aspectos minúsculos, aunque importantes, de la enseñanza adulta humana. A continuación, aplicando el concepto de ingeniería inversa, voy a ir de la complejidad de la enseñanza normativa entre adultos humanos a los orígenes y el desarrollo de lo que he descrito en el enfoque maximalista. Reitero que la descripción maximalista nos ofrece un mapa para decidir qué componentes de la enseñanza deberían investigarse para determinar sus orígenes y desarrollo. Eso es lo que me propongo hacer ahora.

Acoplamiento mental en los niños

En esta sección, presento brevemente la enseñanza infantil en forma de andamiaje, la organización de esta enseñanza y las estrategias infantiles de transferencia de ICCC para reducir o cerrar la brecha de conocimientos.

El trabajo realizado con mi colega Margalit Ziv (Strauss, 2005, 2012, 2016; Strauss & Ziv, 2012; Strauss, Ziv, & Frye, 2015; Strauss, Ziv, & Stein, 2002; Ziv, Solomon, Strauss, & Frye, 2016) sugiere que la enseñanza es una habilidad cognitiva natural de los humanos. Una parte de esta afirmación es que la enseñanza es enormemente compleja, opaca (inapreciable a simple vista, e.g., las decisiones tomadas por el profesor durante la enseñanza) y la instrucción sobre cómo enseñar raramente, o nunca, está dirigida a los más pequeños. No obstante, a los 3.5 años ya se detectan y reducen brechas de conocimiento y posiblemente con precursores a la corta edad de 1 año.

En relación con el *andamiaje*, Wood, Wood, Ainsworth y O'Malley (1995) observaron este proceso entre niños de siete años. Aun así, Ziv et al. (2016) observaron que la mayoría de los niños de cinco años y, en menor medida, los niños de cuatro años enseñan de manera contingente. Esto significa que cuando los niños de cinco años tratan de transmitir sus ICCC, ajustan esta transmisión a su representación del estado cambiante de ICCC del alumno, alterada por sus enseñanzas previas. Esto sugiere que, a los cinco años, podrían contar con una teoría de la mente 'en línea'. Por lo que sabemos, no existen estudios sobre las lecturas de las emociones y las motivaciones de los niños en el ámbito del andamiaje.

Por lo que respecta a la *organización* de las sesiones de enseñanza, Ziv et al. (2016) observaron que niños de cuatro años, cuando explicaban un juego, combinaban la primera y segunda fase de enseñanza que hemos mencionado, que los adultos mantienen separadas. Por ejemplo, no ofrecían descripciones de las reglas del juego al principio. Por el contrario, comenzaban a jugar y, esporádicamente, iban describiendo las reglas del juego si quien está aprendiendo se equivocaba, aunque tampoco lo hacían siempre. Los niños de cinco años organizan su enseñanza en las dos fases que mencionamos anteriormente. Esto sugiere que, a esa edad, los niños son capaces de organizar su enseñanza en fases distintas y, dentro de estas fases, organizan secuencialmente los contenidos que presentan.

Por lo que se refiere a las *estrategias de transmisión de ICCC de los niños*, a la edad de 3.5 años, los niños transmiten ICCC y lo hacen principalmente mediante demostraciones y mediante explicaciones con las que acompañan a aquellas.

Desarrollo brevemente esta parte sobre las estrategias de transmisión de ICCC de los niños de 3.5 años. Como ya he mencionado, Strauss et al. (2002) y muchos otros posteriormente observaron que los niños de 3.5 años cerraban las brechas de ICCC principalmente a través de demostraciones. Para una revisión exhaustiva de la ontogénesis de las estrategias de transmisión de ICCC, véase Strauss y Ziv (2012). A continuación paso a ilustrar la transmisión infantil de ICCC mediante demostraciones.

A una niña se le enseña cómo jugar un juego de mesa y, tras aprender cómo jugar correctamente, se le pregunta si quiere jugar con un amigo. Los niños casi siempre responden de manera afirmativa y llaman a un amigo o amiga de edad similar. El conductor del experimento pregunta al nuevo jugador si conoce el juego y este responde que no lo conoce. Entonces, el conductor del experimento le dice que la otra niña sabe jugar a este juego. Esta pasa sus ICCC al niño que desconocía el juego con la motivación principal de jugar juntos. La transferencia de ICCC es la parte que nos interesa registrar y analizar.

No obstante, primero es importante comprender qué hace que un niño con conocimientos asuma el papel del profesor y que el niño con menos conocimientos asuma el papel del alumno. Actúan así sin que se les pida que lo hagan, lo que sugiere que esto forma parte de su comprensión de que el profesor es la persona con más conocimientos y suele tomar la iniciativa en la transmisión de ICCC. Puede parecer algo obvio, pero no está claro cómo llegan a adquirir y utilizar este conocimiento para actuar como profesores.

Los niños de 3.5 que actúan de profesores suelen dar el primer paso sin explicar las reglas del juego. Sencillamente comienzan a jugar. Los aprendices observan lo que hace el niño profesor pero, cuando llega su turno, no suelen reaccionar. El niño profesor tal vez les indique que es su turno y, entonces, el niño alumno reacciona. (Cabe señalar aquí que los niños a esta edad probablemente ya han jugado a algún juego de mesa, por lo que suelen tener algún conocimiento sobre reglas generales tales como los turnos, las jugadas correctas según las reglas, uno de los jugadores gana, etc.). Si la jugada del niño aprendiz es incorrecta, el niño profesor suele intervenir moviendo la pieza al sitio correcto, por ejemplo, con frecuencia sin explicar la regla infringida. A medida que el juego avanza el niño alumno aprende la mayoría de las reglas del juego. Y así hasta que uno de los dos gana, declaración que suele realizar el niño profesor porque este no le ha explicado al niño alumno las condiciones necesarias para declararse vencedor.

En apariencia, puede parecer que no ocurra lo mismo en el caso de la transmisión de ICCC por dos razones: (1) el profesor no explica las reglas del juego al alumno, ni las condiciones para declararse vencedor, lo que deja al alumno en la estacada y (2) el profesor realiza la jugada correcta en el caso de que el alumno se equivoque. A pesar de no ser precisamente favorable, la situación que acabo de describir constituye una transmisión de ICCC entre

niños de corta edad. Podemos ofrecer dos explicaciones respecto a esta afirmación. Ninguna de ellas es particularmente convincente en y por sí misma, pero juntas pueden llevarnos a considerar la posibilidad de que se ha realizado un intento de enseñar.

En primer lugar, el profesor siempre da el primer paso. En este caso, ya se había establecido que el niño alumno no sabía cómo jugar a ese juego. Tal vez por eso, la niña profesora comprende que le corresponde a ella dar el primer paso; si no es así ¿cómo puede saber el niño alumno qué hacer a continuación? La cuestión es si, con este primer paso, la niña profesora tiene la intención de transmitir ICCC mediante una demostración. Si no es así, podría darse el caso de que la niña profesora pidiese al niño alumno que diera el primer paso, pero no se dio nunca esta situación (Strauss et al., 2002).

En segundo lugar, cuando el profesor hace una jugada correcta después de que el alumno se haya equivocado y lo hace sin dar ninguna explicación, es posible que el objetivo no sea transmitir ICCC sobre qué constituye un movimiento correcto. Tal vez el profesor solo pretende jugar el juego con los movimientos correctos y realizar una jugada correcta para corregir la incorrecta sea tan solo para satisfacer esta condición, no para transmitir ICCC.

Existen motivos para rebatir las objeciones de quienes objetan que niños de 3.5 años pretendan transmitir ICCC a un compañero alumno. En las investigaciones realizadas por Solomon (2003), después de que el alumno había aprendido a jugar el juego, ambos jugaban. Solomon registró sus acciones tanto de transmisión de ICCC como de simple juego. En esta situación estamos ante el mismo juego de mesa y los mismos niños. Durante la transmisión de ICCC, el niño profesor conocía las reglas del juego y el alumno no. El papel del profesor era transmitir ICCC de modo que disminuyese la brecha de conocimientos, lo que les permitiría jugar. En la situación de juego, no hay una brecha de conocimientos y, por tanto, el objetivo del juego es ganar. Es decir, nos encontramos ante los mismos niños y el mismo juego, pero con objetivos distintos en ambas situaciones: transmitir ICCC con la enseñanza y ganar con el juego.

Los resultados del estudio más relevantes para nosotros es que, cuando los niños jugaban, hacían algunas trampas, mientras que cuando jugaban para enseñar, no hacían trampas. Dicho de otro modo, los niños distinguían entre los objetivos de las dos situaciones: la transmisión de ICCC y ganar el juego. De ahí que podamos inferir que cuando se encuentran en una situación de transmisión de ICCC, los niños han comprendido que no corresponde hacer trampas si quieren alcanzar su objetivo como profesores. Además, podemos inferir también que, en efecto, estaban tratando de transmitir ICCC.

A la luz de estas dos observaciones, que los niños que adoptaron el rol del profesor eran los que daban el primer paso, y que no hacían trampas cuando estaban transmitiendo ICCC, podría afirmarse que los niños de 3.5 años tratan de transmitir ICCC a los niños que asumen el papel de alumnos y no pretenden simplemente corregir los errores para que el juego proceda según las normas.

Por tanto, es posible que los niños de 3.5 años intervengan para subsanar un vacío de ICCC en sus compañeros. Pero no es probable que estas intervenciones

surjan por arte de magia a esta edad. Es más probable que ocurra cierta preparación para la transmisión de ICCC durante la infancia. Teniendo en cuenta el método de ingeniería inversa del enfoque maximalista adoptado en estas páginas, deberíamos preguntarnos si existen precursores en el desarrollo cognitivo de esta detección y consiguiente reducción de la brecha de ICCC de los niños de corta edad.

Las investigaciones sugieren que los niños cuentan con detectores de esta brecha y actúan para subsanarla. Niños de un año, todavía preverbales (i.e., no hablan, pero comprenden el lenguaje), son capaces de comunicarse socialmente y, de mayor relevancia para este artículo, lo hacen señalando con el dedo. Las investigaciones realizadas por O'Neill (1996) y Ulf Liszkowski y sus colegas (Knudsen & Liszkowski, 2012a, 2012b; Liszkowski, Carpenter, Striano, & Tomasello, 2006; Liszkowski, Carpenter, & Tomasello, 2008) apuntan a que los niños preverbales de entre un año y un año y medio parecen reconocer la brecha de información (la I de ICCC) y actúan para subsanarla.

En resumen, Liszkowski et al. (2008) presentan evidencia al respecto en uno de sus trabajos. Durante el experimento, se exhibió una serie de objetos sobre una mesa a niños preverbales de entre 12 y 18 meses y se habló sobre cada uno de ellos. A continuación, el conductor del experimento, pretendiendo que es un accidente (pero a propósito, claro) hace caer uno de los objetos de la mesa, pongamos por caso una llave. Los niños ven cómo el objeto cae al suelo. Tras unos momentos, el conductor del experimento busca a su alrededor y pregunta a los niños dónde está la llave. Los niños suelen señalar al suelo con el dedo. Podría pensarse que no es nada extraordinario. A fin de cuentas, el conductor del experimento no sabe dónde está la llave y cuando pregunta a los niños, que sí lo saben, estos señalan el lugar donde ha caído. Pero cabe resaltar que existe una brecha de información. El niño sabe algo que el conductor del experimento (en apariencia) no sabe, y trata de subsanar el vacío de conocimientos señalando la llave. Como ya he sugerido anteriormente, en esta identificación y subsanación de una brecha está la esencia de la transferencia de ICCC, y vemos que los niños de muy corta edad son capaces de ambas cosas.

Para comprobar esta tesis en mayor detalle, Liszkowski et al. (2008) utilizaron el mismo escenario experimental pero, esta vez, cuando el conductor del experimento dejó caer la llave, tanto el adulto como los niños vieron dónde caía. Como en el primer experimento, el adulto pregunta a los niños dónde está la llave, pero esta vez un número menor de niños señaló dónde había caído. Es posible que esto ocurriese porque en este caso no había brecha de conocimiento. Tanto el adulto como los niños sabían dónde estaba el objeto y, más importante aún, el niño actúa en consonancia con el hecho de que sabe que el adulto sabe dónde está el objeto. Por supuesto, es necesario llevar a cabo más investigaciones para comprender la trayectoria en el desarrollo de la detección y disminución de la brecha de conocimientos desde la infancia temprana a los tres años y medio, pero este tipo de estudios es un comienzo muy prometedor en la búsqueda de los orígenes de la detección y subsanación de la brecha de ICCC y su curso en el desarrollo.

En esta sección se ha presentado una búsqueda de los orígenes y trayectorias en el desarrollo de las capacidades cognitivas infantiles respecto a algunos de los elementos presentados en el aprendizaje adulto. A continuación, una síntesis muy breve de algunas de estas capacidades: a los cinco años parece que se produce el andamiaje, así como la organización de la enseñanza en distintas fases. Alrededor de los tres años y medio, los niños son capaces de transmitir ICCC principalmente a través de la demostración, mientras que a los cinco años lo hacen a través de la explicación. Es posible, además, que existan precursores cognitivos de la transmisión de ICCC en niños preverbales de entre un año y año y medio relacionados con el reconocimiento de una brecha de información y que actúen para subsanarla.

Esta es una descripción demasiado breve de algunos aspectos relacionados con el acoplamiento de mente a mente en una versión ampliada de la enseñanza. He tratado de demostrar que, bajo un enfoque maximalista, el análisis de la enseñanza normativa adulta puede proporcionarnos un mapa completo de sus componentes y dirigirnos a ciertas áreas en las que buscar tanto los orígenes como el desarrollo de sus contenidos. De lo expuesto hasta ahora, podemos afirmar que la enseñanza no consiste en una mera transmisión de conocimientos.

Además de los aspectos cognitivos, una parte integral de la enseñanza es el acoplamiento emocional en forma de comportamientos prosociales. A estos aspectos me refiero a continuación.

Acoplamiento emocional (de corazón a corazón): prosocialidad y aspectos económicos de la enseñanza

En esta sección abordo de manera sucinta los siguientes aspectos: (1) la prosocialidad; (2) la prosocialidad en la enseñanza de adultos humanos; (3) el desarrollo de la prosocialidad; y (4) el papel de un aspecto de la teoría económica en la comprensión de la prosocialidad de la educación.

Prosocialidad

Por supuesto, la construcción teórica en el área de la prosocialidad no es nada nuevo. En la teoría de la evolución, la prosocialidad, y en especial el altruismo, constituyó una verdadera pesadilla para Darwin (1859), quien comprendió muy bien que se contraponen a la de la selección natural como lucha encarnizada. El comportamiento de algunos animales como las abejas representa el máximo altruismo, el sacrificio propio por el bien de los demás. Desde que Darwin escribió *El origen de las especies* hasta nuestros días, existe un intenso debate sobre este concepto entre biólogos de la evolución, psicólogos, filósofos, teólogos y matemáticos.

El comportamiento prosocial es un término paraguas que incluye comportamientos de ayuda, cooperación, empatía y altruismo, entre otros. Estos constructos están interrelacionados y rodeados de polémica sobre sus respectivas definiciones.

La prosocialidad en la enseñanza de adultos humanos

En esta sección apelo a las experiencias de los lectores y les invito a pensar en las veces que han enseñado y han recibido enseñanzas. Tal vez lo que escribo pueda sonar intuitivo; no obstante, sirve de guía para identificar dónde podemos ampliar la riqueza y complejidad señaladas en la sección sobre el enfoque maximalista de la educación.

En el núcleo de la educación se encuentra la esperanza. La esperanza de que la educación aporte armonía interna a nuestros alumnos, más allá de su edad. La esperanza de forjar relaciones equilibradas con los demás, aquellos a quienes hemos conocido y a quienes conoceremos e incluso a quienes no conoceremos nunca, como en el caso de la sostenibilidad de nuestro planeta para futura generaciones. La esperanza de aprender a aceptar amor y a devolverlo. La esperanza de un futuro de satisfacción para nuestros jóvenes.

Cuando una persona enseña y, además, cuando todo va bien, ocurre algo especial. Entre profesor y alumno se forma una unión similar, o tal vez mayor, a la amistad. La conexión emocional que sienten alumno y profesor forma parte integral de la enseñanza.

En esta reciprocidad mutua de dar y recibir intervienen relaciones que oscilan entre la desigualdad y la igualdad respecto a las ICCC y al poder del dador inicial, el profesor, en relación con el alumno. A medida que el equilibrio de ICCC y de poder cambia, el profesor no abusa de su poder. Es más, la enseñanza, que fundamentalmente implica dar, pero también recibir, también implica la voluntad de compartir con otra persona y la voluntad de esa otra persona de aceptar lo que se comparte. Además, el profesor asume una responsabilidad por otra persona, el alumno. Esto requiere el compromiso de alcanzar tanto el objetivo mutuo del aprendizaje del alumno como su bienestar a medida que tiene lugar el aprendizaje. Este compromiso con el bienestar de otra persona incluye la empatía recíproca que deben tener tanto el profesor como el alumno. Además, la enseñanza requiere actos de respeto mutuo y por la contribución de cada uno al establecimiento del marco, la organización de la enseñanza, el andamiaje y la transmisión de ICCC. Todo esto y más, conjuntamente, hace que la enseñanza se viva como un atisbo de comunión espiritual mutua.

Para regresar a otro plano algo menos elevado, sugiero que la enseñanza implica lo que se ha dado en denominar prosocialidad. Por lo que conozco, en la literatura sobre la prosocialidad no se ha considerado la enseñanza y el aprendizaje.

El desarrollo la prosocialidad

De los diversos tipos de comportamientos prosociales, voy a concentrarme en los comportamientos de ayuda, entre los que distinguimos por lo menos tres tipos: instrumental, empático y altruista (Svetlova, Nichols, & Brownell, 2010). En muchas teorías del desarrollo, como la teoría de Kohlberg sobre el desarrollo moral, por ejemplo, el desarrollo avanza del egocentrismo relativo de la primera infancia, a tener en cuenta a los demás durante la niñez y a la búsqueda de grandes

principios durante la adolescencia y las etapas posteriores. El desarrollo del apoyo prosocial tiene un recorrido similar.

La ayuda instrumental, estudiada exhaustivamente por Warneken y Tomasello (2006, 2007, 2009) es más bien egocéntrica y gira en torno al interés propio, objetos que los infantes encuentran interesantes y acciones, como ayudar a un progenitor a limpiar las migas de la mesa después de una comida. Se han observado ejemplos de ayuda instrumental entre niños de corta edad cuando, por ejemplo, ayudan a otros a alcanzar un objeto que estaba fuera de su alcance. Más adelante volveré a referirme a esta. Este tipo de comportamiento de ayuda aparece aproximadamente a los 18 meses.

A diferencia de la ayuda instrumental, la ayuda empática está basada en una concepción social más avanzada de la preocupación por los demás. En este caso, los infantes están más orientados hacia los demás que cuando muestran comportamientos de ayuda instrumental, en tanto que comprenden que los demás albergan pensamientos, concepciones y emociones que son distintas de las suyas. Svetlova et al. (2010) observaron comportamientos de ayuda empática en niños de 30 meses.

Por último, el tercer tipo de comportamiento de ayuda, el altruismo, implica la renuncia a algo, pongamos por caso un objeto valioso, de manera consciente y voluntaria. También implica el conocimiento de que se va a perder este objeto en beneficio de otra persona. Aunque existen distintas definiciones de altruismo, todas tienen en común la renuncia, consciente y voluntaria de algo que se valora, a un coste personal propio en beneficio de otra persona (Dugatkin, 2006).

Orígenes y desarrollo de aspectos de comportamiento prosocial

Tomasello y sus colaboradores (Tomasello, 2009; Tomasello & Carpenter, 2007; Warneken & Tomasello, 2009) han contribuido considerablemente al desarrollo teórico y a la investigación sobre la cooperación. En general, sus resultados indican que, a partir del segundo año de vida, los niños parecen guiarse por un impulso cooperativo. Según Tomasello, los niños de esta edad son, en palabras suyas, naturalmente altruistas. Parte de esta conclusión responde a su trabajo sobre ayuda instrumental en la que una persona (A) ayuda a otra (B) a alcanzar un objetivo que B no puede alcanzar, en una situación en la que A no obtiene ningún beneficio claro a cambio. Warneken y Tomasello (2006) observaron que niños de 18 meses se comportan así de manera espontánea cuando, pongamos por caso, abren una puerta de un armario para otra persona que quiere poner un libro en ese armario pero no puede porque tiene las manos ocupadas con los libros.

Me detendré un momento para mostrar dónde interviene aquí la prosocialidad. Es posible que los niños hayan comprendido el objetivo de la persona. También es posible que hayan identificado que existe un obstáculo que impide a esta persona alcanzar su objetivo. Probablemente tienen conocimientos suficientes para saber que las puertas se pueden abrir. También es posible que sean conscientes de que ellos mismos pueden abrir la puerta del armario y que decidan abrirla. ¿Qué podría haber motivado este comportamiento de ayuda instrumental, este acto

prosocial? Tal vez se les ha dicho repetidamente que ayuden a los demás. O quizá esperaban una recompensa extrínseca, elogios, por ejemplo, y actúan así para conseguirla. Asimismo, es posible que en el pasado hayan experimentado emociones de recompensa intrínseca (por ejemplo, el placer de haber ayudado a alguien) y buscan sentir las de nuevo. Y tal vez quienes realizan acciones prosociales consiguen cierto prestigio a ojos de los demás, lo que podría reportar satisfacción. Sean cuales sean los motivos por los que los niños de tan corta edad muestran un comportamiento prosocial instrumental, vemos que lo hacen alrededor de su segundo año de vida.

Ahora quisiera añadir otra dimensión a la prosocialidad, basándome en un concepto originario de la economía.

Teoría económica: los bienes como ventana hacia la prosocialidad

No hace mucho tiempo describía a un amigo, Jeffrey Sachs, cómo, cuando un niño (o un adulto, de hecho) le ofrece un juguete a otra persona, ese juguete ya no está en su posesión. Pueden surgir preguntas sobre si el juguete se entrega en préstamo, se ofrece como regalo, etc. El tema se complica aún más si un niño arrebatara un juguete a otro niño sin su permiso. Pero, aparte de las cuestiones de propiedad, el juguete ya no está en la posesión del primer niño.

En contraposición, cuando una persona transmite ICCC a otra, quien realiza la transmisión, el que actúa de profesor, no pierde los ICCC que transmite. Presuntamente, sus ICCC se han replicado en la mente de la otra persona en ese preciso acto de transmisión, pero permanecen consigo.

Mientras le describía esta cuestión, Jeffrey Sachs me indicó amablemente el concepto de bienes rivales frente a bienes no rivales de la teoría económica, que podría tener resonancias con el concepto de prosocialidad en la enseñanza. El concepto de *bienes rivales* hace referencia al consumo de un bien que impide su consumo por otras personas. Un ejemplo de ello proviene del júbilo que algunos rectores de universidades expresan cuando explican un tema que los docentes de sus centros suelen plantearles: los espacios de aparcamiento reservados en el campus universitario. Si me adjudico un espacio reservado de aparcamiento, este se convierte en un bien rival en tanto que nadie más puede ocuparlo. Los bienes *no rivales* son aquellos que, cuando una persona los consume, como el aire puro, no impide que otros hagan lo mismo. Este bien puede utilizarse y reutilizarse muchas veces. El hecho de que yo respire aire puro no impide a otras personas respirar el mismo aire puro.

El lector puede preguntarse qué tiene que ver este concepto con la enseñanza y con el comportamiento de ayuda en los niños (o adultos). Con mi transmisión de ICCC a otra persona precisamente pretendo que esta otra persona los adquiera y los utilice. Y pueden ser reutilizados muchas veces toda vez que se transmiten de una persona a otra, en ocasiones a lo largo del tiempo, que es lo que pasa en la cultura cumulativa.

Propongo aquí que la educación se sitúa en la categoría de bien no rival. Para sostener mi propuesta, comparemos la investigación presentada sobre estas líneas

(Liszkowski et al., 2008) en la que los niños detectan y subsanan una brecha de conocimiento cuando señalan la llave que cayó accidentalmente de la mesa y también la ayuda instrumental de los niños que ayudan en la situación del armario y los libros.

En este último escenario, el conductor del experimento tenía un objetivo: poner los libros en el armario. En el experimento de la llave, el conductor también tenía un objetivo: encontrar la llave. En ambos escenarios existen obstáculos para alcanzar los respectivos objetivos: manos ocupadas con libros y desconocimiento del lugar donde ha caído la llave. En ambos escenarios, el niño actúa de manera prosocial, eliminando el obstáculo que impide al conductor del experimento alcanzar su objetivo: abriendo la puerta del armario o señalando el lugar donde ha caído la llave.

Conseguir localizar la llave es un ejemplo de la integración de la prosocialidad en la detección de la brecha y su subsanación. En términos generales podríamos decir que el alumno tiene un objetivo que es adquirir ICCC y el desconocimiento es un obstáculo que le impide alcanzarlo. El profesor ayuda al alumno a alcanzar este objetivo transmitiéndole ICCC y, como he demostrado, se puede conseguir mediante explicaciones y demostraciones y, en el caso de los niños en edad preverbal, señalando con el dedo.

Veamos hasta dónde nos conduce este razonamiento. La explicación y la demostración son maneras de transmitir ICCC con el objeto de cerrar la brecha entre profesor y alumno. En líneas anteriores he mostrado los aspectos cognitivos de la detección y subsanación de la brecha de ICCC. Ahora trataré de demostrar que en este proceso de detección y cierre interviene de manera inherente la ayuda prosocial. Si aceptamos esta intervención, deducimos que el enfoque ampliado de la enseñanza (añadiendo varios tipos de creación de marco, detección y cierre de brechas en ICCC) es esencialmente prosocial, lo que también incluye componentes cognitivos.

En este análisis no he afirmado que la enseñanza constituye una ayuda empática o instrumental. Dicha afirmación requiere análisis adicionales y evidencia empírica, pero queda bastante claro que la enseñanza no es altruista. No lo es porque el altruismo consiste en renunciar a algo de valor para beneficio de otra persona. He defendido que la enseñanza es un bien no rival y no implica perder los ICCC propios en beneficio del alumno. El receptor de los ICCC, el alumno, los adquiere, pero el profesor no los pierde. Así pues, podemos inferir que la enseñanza no es un comportamiento de ayuda prosocial altruista.

Regreso ahora a Jeffrey Sachs. Él me comentó la distinción entre bienes rivales y no rivales en economía y empecé a leer sobre el tema. El hecho de que me lo comentara ejemplifica la esencia de los bienes no rivales. Cuando me explicó el concepto, él no perdió su amplio conocimiento sobre el tema. Y ahora yo lo transmito a aquellos lectores que no conocían esta distinción. Y quienes ya la conocían, tal vez no la habían conectado a la enseñanza. Asimismo, los artículos que leí sobre el tema forman parte del concepto de bienes no rivales. Los autores de estos artículos los comparten con todos sus lectores y yo comparto mi interpretación de estas ideas con ustedes, los lectores. Y, ¿quién sabe? Tal vez algunos de ustedes lo transmitirán a otras personas.

Resumen

La premisa que subyace en este artículo es que, para comprender en qué consiste la enseñanza, es necesario un enfoque más exhaustivo basado en las ciencias cognitivas y del desarrollo que capture la complejidad de la educación. En un primer intento de avanzar en esta línea, he adoptado un enfoque maximalista para describir la enseñanza adulta para dejar al descubierto parte de esa enorme complejidad. En lugar de considerar la enseñanza como una mera transmisión de ICCC, amplíe la descripción e incluyo la creación de un marco (con lecturas de emociones, motivaciones y mentales; andamiaje; organización de la enseñanza; etc.). Esta descripción ampliada podría revelar los componentes de la enseñanza y, al mismo tiempo, servir de mapa para buscar sus orígenes y trazar sus trayectorias en el desarrollo. Amplíe también el concepto de enseñanza más allá del acoplamiento mental (de mente a mente) e incluyo un acoplamiento emocional (de corazón a corazón), mediante el cual consideramos la enseñanza como un acto prosocial, demostrando que la prosocialidad está indisolublemente unida a la enseñanza.

¿Hacia dónde dirigir el programa?

Ante la pregunta de la dirección que debe tomar este proyecto, presento a continuación algunas propuestas:

- En línea con el enfoque maximalista, se requiere una descripción mucho más completa de las interacciones profesor-alumno. Este análisis podría revelar un mapa más exhaustivo de los componentes de la enseñanza y una búsqueda de sus orígenes y trayectorias en el desarrollo. Asimismo, es necesario desarrollar los aspectos emocionales y motivacionales que se forjan en estas interacciones profesor-alumno.
- Algo más alejado y aplicando la ingeniería inversa a las concepciones habituales de sus relaciones, se ha propuesto la enseñanza como trampolín de capacidades cognitivas profundas: el lenguaje (Laland, 2017), la teoría de la mente (Csibra & Gergely, 2006) y la metacognición (Calero, Goldin, & Sigman, 2018). Es decir, en lugar de pensar que el lenguaje, la teoría de la mente y la metacognición hacen posible la enseñanza (y el aprendizaje), esta podría hacer posible aquellas. Debería estudiarse en mayor detalle estas y otras capacidades cognitivas.
- Existe la necesidad de una descripción más exhaustiva del alcance de la educación. La investigación de la enseñanza y el aprendizaje en sociedades cazadoras y recolectoras tiene el potencial de ofrecer una visión más amplia de la que tenemos ahora. Hewlett y Roulette (2016) sugieren que, aunque la taxonomía de las acciones de enseñanza y su desarrollo creada por Strauss y Ziv (2012) fue un buen comienzo, la transmisión de ICCC que se ha observado en sociedades cazadoras y recolectoras adopta un formato distinto. La descripción de la enseñanza en estas sociedades podría ayudarnos a ampliar nuestros conocimientos sobre el alcance de la educación.

- También podemos tratar de describir la universalidad de los requisitos cognitivos, emocionales y motivacionales de la enseñanza y el aprendizaje infantil evaluando las capacidades cognitivas de los niños en sociedades cazadoras y recolectoras, por ejemplo, respecto de la detección de la brecha de ICCC y sus actuaciones para subsanarla. Si estos precursores son similares a los observados entre los niños de sociedades occidentales educadas, industriales, ricas y democráticas, podríamos especular sobre los roles de la cultura que conducen a distintos tipos de enseñanza en esas sociedades y en sociedades pequeñas como las cazadoras y recolectoras (Strauss et al., 2015).
- La enseñanza es una forma de comunicación y nos interesa saber qué comparte con y en qué difiere de otras formas de comunicación. Un posible aspecto de diferenciación es la intención de producir un aprendizaje en otra persona, lo que no parece ser parte de otras formas de comunicación.
- Necesitamos una descripción de la dinámica de las interacciones entre profesor y alumno. Sin duda alguna, necesitamos un lenguaje transaccional para describir qué pasa cuando la enseñanza tiene lugar.
- Aunque los humanos suelen enseñar principalmente a través del lenguaje, como es el caso de las explicaciones, la necesidad del lenguaje en la enseñanza no es indiscutible. Entre otros ejemplos de ello, el de los niños que son capaces de realizar demostraciones sin el uso del lenguaje, niños en edad preverbal que cierran una brecha de conocimiento sin utilizar el lenguaje, y también tenemos evidencias de enseñanza en el tallado de herramientas de piedra hace 160,000 años, cuando es poco probable que existiese el lenguaje entre nuestros ancestros (Assaf, Barkai, & Gopher, 2016).

He propuesto un programa ambicioso cuyo objetivo es el conocimiento de un concepto ampliado de la educación basado en la ciencia del desarrollo cognitivo. Podemos alcanzar este conocimiento si científicos e investigadores de múltiples disciplinas trabajan codo con codo para dar forma a una teoría de la enseñanza a un tiempo nueva y antigua, una que en Occidente comienza en la Antigua Grecia hace aproximadamente 2,400 años y que potencialmente tiene un nuevo comienzo en las ciencias contemporáneas.

Algunos de los ámbitos que podrían formar parte de esta empresa son: la neurociencia (acoplamiento cerebral: Holper et al., 2013; Stephens et al., 2010; Stolk et al., 2013); enseñanza animal no humana (Hoppitt et al., 2008); antropología cultural (la educación en sociedades pequeñas como las cazadoras y recolectoras: Hewlett, 2014; Hewlett, Fouts, Boyette, & Hewlett, 2011; Hewlett & Roulette, 2016; Sugiyama, 2017); economía (altruismo y cooperación: Nowak & Highfield, 2012); prosocialidad (Chernyak, Trieu, & Kushnir, 2017; Kushner & Koenig, 2017; Schmidt & Sommerville, 2011); evolución cultural (Caldwell et al., 2016, 2017; Lewis & Laland, 2012; Zwirner & Thornton, 2015); evolución biológica (Thornton & McAuliffe, 2006; Thornton & Raihani, 2008); cooperación (Tomasello, 2008, 2009; Warneken & Tomasello, 2006, 2007, 2009; Was & Warneken, 2017); teoría de la comunicación (Sperber & Wilson,

1995); inteligencia artificial (sistemas inteligentes de tutorías: Millis, Forsyth, Wallace, Graesser, & Timmins, 2017; Vollmer & Schillingmann, 2017); formación del profesorado (Grossman, Hammerness, & McDonald, 2009); ontogénesis (Corriveau & Harris, 2011; Csibra & Gergely, 2009, 2011; Ronfard & Corriveau, 2016; Strauss & Ziv, 2012); robótica (Vollmer et al., 2014); psicología clínica (Fonagy, Campbell, & Bateman, 2017); psicología social (relaciones interpersonales: la empatía en la educación — Ford, Lobao, Cacauly, & Herdman, 2011; Svetlova et al., 2010); entre otros.

Asimismo, el advenimiento de las nuevas tecnologías nos permite realizar lecturas precisas de aspectos capitales en la enseñanza, como el contacto visual, las emociones, la lectura de las emociones, la posición corporal y los gestos, entre otros.

El trabajo conjunto de científicos de estos y otros ámbitos tiene el potencial de crear una amplia base científica para la educación. Tenemos aquí la oportunidad de construir un conocimiento profundo de la enorme complejidad de la enseñanza y el aprendizaje y de aprovechar ese conocimiento para contribuir a las sociedades que nos han apoyado. Desde este punto de vista, hay espacio para aquellos con predilección por la teoría y la investigación en los ámbitos científicos que he mencionado y para contribuir a los programas escolares y los cursos de formación de profesores. Todo esto está al alcance de nuestras manos. Lo que tenemos que hacer es abrir nuestros brazos colectivos en armonía para alcanzar estos objetivos y encontrar maneras de compaginar la ciencia de una educación compleja para el bien de nuestros hijos.

Acknowledgments / Agradecimientos

I would like to thank the following people for teaching me in our conversations that helped me crystallize some of my ideas: Antonio Battro, Cecilia Calero, Susan Elizabeth Carey, David Henry Feldman, Howard Gardner, Paul Harris, Uri Hasson, Smadar Hirsch, Sebastian Lipina, Bhavani Rao, Jeffrey Sachs, Sonia Sachs, Mariano Sigman, Gavriel Yagel, Ellen Winner and Arnon Zangvil. Special thanks go to Barbara Brizuela, whose patience as editor went far beyond the usual call of duty. / *Quisiera agradecer a las siguientes personas las enseñanzas de sus conversaciones, que me ayudaron a cristalizar algunas de mis ideas: Antonio Battro, Cecilia Calero, Susan Elizabeth Carey, David Henry Feldman, Howard Gardner, Paul Harris, Uri Hasson, Smadar Hirsch, Sebastian Lipina, Bhavani Rao, Jeffrey Sachs, Sonia Sachs, Mariano Sigman, Gavriel Yagel, Ellen Winner y Arnon Zangvil. Mi agradecimiento especial a Bárbara Brizuela, cuya paciencia como editora sobrepasa las obligaciones normales.*

Disclosure statement

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

References / Referencias

- Assaf, E., Barkai, R., & Gopher, A. (2016). Knowledge transmission and apprentice flintknappers in the Acheulo-Yabrudian: A case study from Qesem Cave, Israel. *Quaternary International*, 398, 70–85.

- Caldwell, C. A., Cornish, H., & Kandler, A. (2016). Identifying innovation in laboratory studies of cultural evolution: Rates of retention and measures of adaptation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 371(20150193). doi:10.1098/rstb.2015.0193
- Caldwell, C. A., Renner, E., & Atkinson, M. (2017). Human teaching and cumulative cultural evolution. *Review of Philosophy and Psychology*. doi:10.1007/s13164-017-0346-3
- Calero, C. I., Goldin, A. P., & Sigman, M. (2018). The Teaching Instinct. *Review of Philosophy and Psychology*. doi:10.1007/s13164-018-0383-6
- Chernyak, N., Trieu, B. Y., & Kushnir, T. (2017). Preschoolers' selfish sharing is reduced by prior experience with proportional generosity. *Open Mind: Discoveries in Cognitive Science*, 1(1), 45–52.
- Corriveau, K. H., & Harris, P. L. (2011). Young children's selective trust in informants. *Philosophical Transactions of the Royal Society, B*, 366, 1179–1187.
- Csibra, G., & Gergely, G. (2006). Sylvia's recipe: The role of imitation and pedagogy in the transmission of cultural knowledge. In N. J. Enfield, & S. C. Levenson (Eds.), *Roots of human sociality: Culture, cognition, and human interaction* (pp. 229–255). Oxford: Berg Publishers.
- Csibra, G., & Gergely, G. (2009). Natural pedagogy. *Trends in Cognitive Sciences*, 13, 148–153.
- Csibra, G., & Gergely, G. (2011). Natural pedagogy as evolutionary adaptation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 366, 1149–1157.
- Darwin, C. (1859). *On the origins of species* (1st ed.). London: J. Murray.
- Dugatkin, L. A. (2006). *The altruism equation: Seven scientists search for the origins of goodness*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Fonagy, P., Campbell, C., & Bateman, A. (2017). Mentalizing, attachment, and epistemic trust in group therapy. *International Journal of Group Psychotherapy*, 67, 176–201.
- Ford, R. M., Lobao, S. N., Cacaalay, C., & Herdman, L. M. (2011). Empathy, theory of mind, and individual differences in the appropriation bias among 4- and 5-year-olds. *Journal of Experimental Child Psychology*, 110, 626–646.
- Gardenfors, P. (2017). Demonstration and pantomime in the evolution of teaching. *Frontiers in Psychology*, 8, 284–301.
- Grossman, P., Hammerness, K., & McDonald, M. (2009). Redefining teaching, re-imagining teacher education. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 15, 273–289.
- Hewlett, B. S. (2014). Hunter-gatherer childhoods in the Congo basin. In B. S. Hewlett (Ed.), *Hunter-gatherers of the Congo basin* (pp. 245–275). London: Transaction Publishers.
- Hewlett, B. S., Fouts, H. N., Boyette, A. H., & Hewlett, B. L. (2011). Social learning among Congo Basin hunter-gatherers. *Philosophical Transaction Royal Society B*, 366, 1168–1178.
- Hewlett, B. S., & Roulette, C. J. (2016). Teaching in hunter-gatherer infancy. *Royal Society Open Science*, 3, 1500403.
- Holper, L., Goldin, A. P., Shalom, D. E., Battro, A., Wolf, M., & Sigman, M. (2013). The teaching and the learning brain: A cortical hemodynamic marker of teacher–Student interactions in the Socratic dialog. *International Journal of Educational Research*, 59, 1–10.
- Hoppitt, J. E., Brown, G. R., Kendal, R., Rendell, L., Thornton, A., Webster, M. M., & Laland, K. N. (2008). Lessons from animal teaching. *Trends in Ecology and Evolution*, 23, 486–493.
- Knudsen, B., & Liszkowski, U. (2012a). Eighteen and 24-month-old infants correct others in anticipation of action mistakes. *Developmental Science*, 15, 113–122.

- Knudsen, B., & Liszkowski, U. (2012b). 18-month-olds predict specific action mistakes through attribution of false belief, not ignorance, and intervene accordingly. *Infancy*, *17*, 672–691.
- Kushner, T., & Koenig, M. A. (2017). What I don't know won't hurt you: The relation between professed ignorance and later knowledge claims. *Developmental Psychology*, *53*, 826–835.
- Laland, K. N. (2017). The origins of language in teaching. *Psychonomic Bulletin and Review*, *24*, 225–231.
- Leinhardt, G., & Greeno, J. G. (1986). The cognitive skill of teaching. *Journal of Educational Psychology*, *78*, 75–95.
- Lewis, H., & Laland, K. (2012). Transmission fidelity is the key to the build-up of cumulative culture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *367*, 2171–2180.
- Liszkowski, U., Carpenter, M., Striano, T., & Tomasello, M. (2006). 12- and 18-month-olds point to provide information for others. *Journal of Cognition and Development*, *7*, 173–187.
- Liszkowski, U., Carpenter, M., & Tomasello, M. (2008). Twelve-month olds communicate helpfully and appropriately for knowledgeable and ignorant partners. *Cognition*, *108*, 732–739.
- Mevorach, M., & Strauss, S. (2012). Teacher educators have different in-action mental models in different teaching situations. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, *18*, 25–41.
- Millis, K., Forsyth, C., Wallace, P., Graesser, A. C., & Timmins, G. (2017). The impact of game-like features on learning from an intelligent tutoring system. *Technology, Knowledge and Learning*, *22*, 1–22.
- Nowak, M. A., & Highfield, R. (2012). *SuperCooperators: Altruism, evolution, and why we need others to succeed*. New York, NY: Free Press.
- O'Neill, D. K. (1996). Two-year-old children's sensitivity to a parent's knowledge state when making requests. *Child Development*, *67*, 659–677.
- Palinscar, A. S., & Brown, A. L. (1984). Reciprocal teaching of comprehension-fostering and comprehension-monitoring activities. *Cognition and Instruction*, *1*, 117–185.
- Plato. (2005). *Meno and other dialogues*. (New translation by Robin Waterfield). Oxford: Oxford University Press.
- Ronfard, S., & Corriveau, K. H. (2016). Teachers' and preschoolers' ability to infer knowledge from mistakes. *Journal of Experimental Child Psychology*, *150*, 87–98.
- Schmidt, M. F. H., & Sommerville, J. A. (2011). Fairness expectations and altruistic sharing in 15-month-old human infants. *PLoS ONE* *6*(10), e23223. doi:10.1371/journal.pone.0023223
- Solomon, A. P. (2003). *Young children's cognitive strategies when teaching and playing a game*. Unpublished MA thesis. Tel Aviv University, School of Education.
- Sperber, D., & Wilson, D. (1995). *Relevance: Communication and cognition*. London: Blackwell.
- Stephens, G. J., Silbert, L. J., & Hasson, U. (2010). Speaker-listener neural coupling underlies successful communication. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *107*(32), 14425–14430.
- Stolk, A., Verhagen, L., Schoffelen, J.-M., Oostenveld, R., Blokpoel, M., Rooij, I.-V., & Toni, I. (2013). Neural mechanisms of communicative innovation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *110*, 14574–14579. 10.1073/pnas.1303170110
- Strauss, S. (2001). Folk psychology, folk pedagogy and their relations to subject matter knowledge. In B. Torff, & R. S. Sternberg (Eds.), *Understanding and teaching the intuitive mind* (pp. 217–242). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Strauss, S. (2005). Teaching as a natural cognitive ability: Implications for classroom practice and teacher education. In D. Pillemer, & S. White (Eds.), *Developmental*

- psychology and social change* (pp. 368–388). New York, NY: Cambridge University Press.
- Strauss, S. (2012). Folk psychology about others' learning. In N. M. Seel (Ed.), *Encyclopedia of the sciences of learning* (Vol. 3, pp. 1310–1313). Heidelberg: Springer.
- Strauss, S. (2016). Teaching's exponential power. In A. Battro, K. W. Fischer, & M. L. Majdalani (Eds.), *The tenth anniversary of the International School on Mind, Brain and Education*. Retrieved from <http://www.mbe-erice.org/papers/2015-mbe-erice-10years-web.pdf>
- Strauss, S., Calero, C. I., & Sigman, M. (2014). Teaching, naturally. *Trends in Neuroscience and Education*, 3(2), 38–43.
- Strauss, S., & Shilony, T. (1994). Teachers' models of children's minds and learning. In L. Hirschfeld, & S. Gelman (Eds.), *Mapping the mind: Domain-specificity in cognition and culture* (pp. 455–473). Cambridge: Cambridge University Press.
- Strauss, S., & Ziv, M. (2012). Teaching is a natural cognitive ability among humans. *Mind, Brain and Education*, 6, 186–196.
- Strauss, S., Ziv, M., & Frye, D. (2015). Cognitive universals and cultural variation in teaching. *Behavioral and Brain Sciences*, 38, e67.
- Strauss, S., Ziv, M., & Stein, A. (2002). Teaching as a natural cognition and its relations to preschoolers' developing theory of mind. *Cognitive Development*, 17, 1473–1487.
- Sugiyama, S. M. (2017). Oral storytelling as evidence of pedagogy in forager societies. *Frontiers of Psychology*, 29. doi:10.3389/fpsyg.2017.00471
- Svetlova, M., Nichols, S. R., & Brownell, C. A. (2010). Toddlers' prosocial behavior: From instrumental to empathic to altruistic helping. *Child Development*, 81, 1814–1827.
- Thornton, A., & McAuliffe, K. (2006). Teaching in wild meerkats. *Science*, 313, 227.
- Thornton, A., & Raihani, N. J. (2008). The evolution of teaching. *Animal Behaviour*, 75 (1823e1836). doi:10.1016/j.anbehav.2007.12.014
- Tomasello, M. (2008). *Origins of human communication*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Tomasello, M. (2009). *Why we cooperate*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Tomasello, M., & Carpenter, M. (2007). Shared intentionality. *Developmental Science*, 10, 121–125. doi: 10.1111/j.1467-7687.2007.00573.x
- Vollmer, A.-L., Mühlhig, M., Steil, J. J., Pitsch, K., Fritsch, J., & Rohlfing, K. J. (2014). Robots show us how to teach them: Feedback from robots shapes tutoring behavior during action learning. *PLoS One*, 9(3), e91349.
- Vollmer, A.-L., & Schillingmann, L. (2017). On Studying Human Teaching Behavior with Robots: a Review. *Review of Philosophy and Psychology*. doi:10.1007/s13164-017-0353-4
- Warneken, F., & Tomasello, M. (2006). Altruistic helping in human infants and young chimpanzees. *Science*, 311, 1301–1303.
- Warneken, F., & Tomasello, M. (2007). Helping and cooperation at 14 months of age. *Infancy*, 11, 271–294.
- Warneken, F., & Tomasello, M. (2009). The roots of human altruism. *British Journal of Psychology*, 100, 455–471.
- Was, A. M., & Warneken, F. (2017). Proactive help-seeking: Preschoolers know when they need help, but do not always ask for it. *Cognitive Development*, 43, 91–105.
- Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17, 89–100. Retrieved from <https://scholar.google.co.il/scholar?q=Wood%2C+D.%2C+Bruner%2C+J.+S.+%26+Ross%2C+G.+%281976%29.+&btnG=&hl=en&sdt=0%2C5>
- Wood, D., Wood, H., Ainsworth, S., & O'Malley, C. (1995). On becoming a tutor: Toward an ontogenetic model. *Cognition and Instruction*, 13, 565–581.

Ziv, M., Solomon, A., Strauss, S., & Frye, D. (2016). Relations between the development of teaching and Theory of Mind in early childhood. *Journal of Cognition and Development, 17*, 264–284.

Zwirner, E., & Thornton, A. (2015). Cognitive requirements of cumulative culture: Teaching is useful but not essential. *Scientific Reports, 5*, 16781.