

# PERFILES EN CIENCIA Y RELIGIÓN

PROFILES IN SCIENCE AND RELIGION

## MATHEMATICAL MODELS BEYOND SPACE AND TIME

*Michael Heller reflects on the 'big questions' of cosmology*

JAVIER MONSERRAT

Universidad Autónoma de Madrid

The winner of the Templeton Prize 2008 was announced during a press conference at the United Nations' Church Centre in New York on 17 March this year. The Prize was awarded to Michael Heller for his work over more than forty years and his shrewd and often surprising insights regarding our concepts of the origin and cause of the universe. Heller is a professor of philosophy, although he trained in the fields of mathematics, physics and cosmology, as well as in philosophy and theology. His contributions pertain, in many senses, strictly to the field of physics, although they are theoretical rather than experimental. Indeed, they are more proposals of speculative mathematical-formal models and have been published in many prestigious international physics journals. But the heart of Heller's concerns always points towards the philosophy or metaphysics of the universe, where the fundamentals of reality relate the ontological roots of the universe to the ontology of the Divinity and the act of creation. One may or may not agree with Heller's speculations, may view them as more or less plausible and consider their formal construction to be either laudable or poor, but anyone who reads his work cannot help but gain the impression of following the arguments and affirmations of an extraordinarily well-informed, precise and deep-thinking physicist-philosopher.

One significant circumstance in Heller's life was his relationship with Pope John Paul II, which was established even before Cardinal Karol Wojtyła acceded to the pontificate. In private meetings with Heller and other Polish scientists, John Paul II often reflected on the implications of key scientific questions on theology. It seems (since officially, we can obviously affirm nothing) that Heller is the author of the letter John Paul II sent in 1996 to George Coyne, the then director of the Vatican Observatory. This letter, later published on the STR Chair website, is one of the most explicit and open theological documents ever signed by John Paul II. In it, the Pope echoed the need for a theory inspired in the world of science, just as a theology inspired in Aristotle's teachings was developed during the Middle Ages.

### MICHAEL HELLER'S CURRICULUM VITAE

Michael Heller is a professor of philosophy at the Pontifical Academy of Theology in Krakow. He graduated in theology from the Catholic University of Lublin and was ordained in 1959. He returned to university in 1960, earning a Master's degree in philosophy in 1965, with a dissertation on the theory of relativity, followed by a PhD in cosmology with a thesis on relativist cosmology. Although his studies focused on theoretical physics, he nevertheless earned his degree in philosophy because during the communist era, the Catholic university lacked the authority to bestow degrees in physics. In 1969, Heller earned a post-doctorate degree which authorised him to begin lecturing. Again, his thesis focused on Mach's principle in relativist cosmology.

He was not granted a passport until 1977. Once he was free to leave the country, he was appointed visiting professor at the Catholic University of Louvain's Institute of Astrophysics and Geophysics, in Belgium, and also carried out research at the Oxford University Institute of Astrophysics and the physics and astronomy department of the University of Leicester. In 1985 he joined the teaching staff of the Pontifical Academy of Theology in Krakow, where he has engaged in a wide range of teaching activities over the last twenty years.

In 1986 he began collaborating with the Vatican Observatory in Castel Gandolfo, where he worked with the Jesuits George Coyne and William Stoeger, repeatedly mentioned in 'trends of religions'. He also made contact with the Vatican Observatory Research Group at the Steward Observatory at the University of Arizona, Tucson, and is the co-author of a book with Coyne. Some of his other works in English were also published by the Vatican Observatory.

Heller's biography reflects the dramatic nature of the tormented history of 20<sup>th</sup> century Europe. His father, an engineer by profession, sabotaged the chemical facility in which he worked in order to prevent it from being used by the German troops during the Second World War. Fleeing from repercussions, the family lived in Ukraine, Siberia and Southern Russia, before finally returning to Poland. Heller's decision to devote his life to science was frustrated and severely limited for decades due to the oppression of the communist regime. Only the protection of the Polish Church enabled him to pursue his scientific and philosophical vocation, which recently culminated in his being awarded the Templeton Prize.

#### PUBLICATIONS

The statement issued by the Templeton Foundation accompanying the announcement of the 2008 prize-winner described Heller's oeuvre as prodigious, encompassing thirty books (some in English, the majority in Polish) and around 400 papers, consisting of both research and, mainly, dissemination. Here, we will refer to the four books in English that, for now at least, provide a feasible point of access for getting to know the work of this great academic.

*Theoretical Foundations of Cosmology* (World Scientific, 1992) is a technical cosmological work examining the mathematical models which underpin theoretical physics and cosmology. In *Some Mathematical Physics for Philosophers* (Pontifical Council for Culture, Gregorian University, 2005), Heller provides philosophers with a structuralist vision of the theory of relativity and quantum mechanics.

His other two English-language works relate both new physics and cosmology with the question of God, religion and theology. These works are: *The New Physics and a New Theology* (Vatican Observatory Publications, 1996) and also *Creative Tension: Essays on Science and Religion* (Templeton Foundation Press, 2003). We will base our overview of Heller's personality and work on both these two books and the documentation included on the website [templetonprize.org](http://templetonprize.org), about the author.

#### A STRUCTURALIST CONCEPTION OF PHYSICS

'People often say that physics is a science of matter or of the material world, but while most books on theoretical physics contain lots of mathematics, few mention anything about matter. This is because physics develops by constructing mathematical models of the world and then by confronting them with empirical results. One may say that the world, as viewed by modern physics, is constructed not out of matter but rather out of mathematics. But mathematics is a science of structures'.

'Of course, mathematics deals also with much more complex structures, for instance, vector spaces, algebras, Euclidean or Riemannian spaces and so on. And physicists take some of these structures and interpret them as structures of the world. For instance, they say that the space-time of our world is a four-dimensional Riemannian space. This is a very powerful method; it sees the world through the glasses of structures. In this sense, physics is not a science of matter but rather a science of structures. This view is called structuralist philosophy of physics. I not only develop it in my philosophical papers, but also try to do science and teach it in the spirit of this philosophy' (Heller, *Reflections on Key Books and Publications*, [templetonprize.org](http://templetonprize.org)).

Here we see with absolute clarity the perspective that enables us to assess the nature and meaning of Heller's physical-philosophical thought: his analysis and understanding of physical theories of matter and the universe is always a reflection on the mathematical models applied to provide an ontological view of reality. This structuralist approach to scientific theories is not something unique to Heller, but rather has a long history in the epistemology of science. We need go no further than empiriocriticism, Pierre Duhem or Poincaré, or Wolfgang Stegmüller in the nineteen-seventies. However, it is an approach that was assimilated by Heller, and which illuminates his way of probing the philosophical problems of physics.

His early studies, focusing mainly on the theory of relativity, provided him with access to an example of structuralism: Einstein's relativity identified using Riemannian geometries which enabled him to make the world 'fit' and describe it. Prompted by the mathematical logic of relativist models, Heller began exploring the issue of singularities (anticipated in the mathematical form of the relativist model). However, when reason reaches the limits of Planck's era and attempts to cross Planck's threshold in time and space ( $10^{-33}$  cm), entering the original limits of the singularity in which the big bang occurred, the question arises as to the type of real situation in which all this was possible. And asking about a 'real situation' is, in physics, the same as asking about the mathematical (structural) models which enable us to understand it.

#### MATHEMATICAL MODELS FOR THE ORIGIN OF THE UNIVERSE

The question is then, what type of physical situation existed in Planck's era, from which our real world emerged. This, as it is accessible to us now, corresponds on the one hand to the classical-relativist mechanics (macrocosmos) encompassed in a Riemannian geometric mathematical model, and on the other to the quantum mechanics (microcosmos) encompassed in a non-geometrical mathematical model (Hilbert space), with primordially statistical and probabilistic traits. In ordinary physics, relativity and quantum mechanics have both become parallel correct explanatory dimensions of the macroscopic and microphysical (respectively) physical reality.

However, when entering Planck's era, both relativist and quantum perspectives necessarily become confused, since there is no physical reality that can be known by either of these approaches. The only physical theory capable then of responding to the situation existing in Planck's era must be quantum-relativist; hence the vital importance of current research into 'quantum gravity'. As Heller observes, the problem of this quantum-relativist merging is that the mathematical model of relativity is geometric, while the quantum model is not. Hence the difficulty in finding a single conception that encompasses mathematical models of different natures (relativist and quantum).

Some relativity theorists have in fact proposed diverse ways of explaining the geometrical nature of the 'singularity' (in physical terms, the big bang) and the birth of the relativist space-time until the end of Planck's era. Heller offers an in-depth analysis of these different theoretical proposals. He does not appear to study the superstring theory here in any great depth (although he doubtless does so in other parts of his extensive oeuvre), but we should remember that Magic Theory is also a formal mathematical speculation designed to explain, based on its eleven dimensions or variables, how our space-time world emerged though Planck's era.

Here is where the fundamental idea provided by Heller fits in. It is an evidently speculative idea (as indeed is the superstring theory) that suggests that in Planck's era, relativist and quantum approaches may coincide and be understood from a higher level of abstraction represented by the mathematical model of a 'non-commutative geometry'. This new geometry, constructed recently by some authors, is not a space-time geometry, but rather a space without points or seconds which would, according to Heller, enable the emergence of both classic-relativist space-time and the special form of quantum space-time.

#### METAPHYSICAL-THEOLOGICAL SPECULATION FROM THE PERSPECTIVE OF COSMOLOGY

The primordial reality modelled by this 'non-commutative geometry' would therefore be non-local, non-temporal, on the sidelines of the space-time we know and dynamic, rather than static.

There would be different states and operators between one state and another, but no space-time; in other words, there would be a kind of 'superimposed' simultaneity. In some way, in this primordial reality modelled by the 'non-commutative geometry', in which the classical-relativist and quantum worlds could be reconciled, many of the quantum properties to which we now have experimental access through a series of 'observables' would become valid.

It is clear that Heller likes this idea, since as a theologian and someone engaging in a moment of 'second order' speculation, this model seems to suggest certain parallels with the idea of a God existing beyond the space-time which is, nevertheless, dynamic. This God would not be 'eternal' (i.e. with infinite time), but rather simply something different, non-temporal, existing beyond the space-time, where the superimposition of states and simultaneity would prevail.

Furthermore, the idea of God suggested by this 'non-commutative geometry' is used by Heller to discuss some of the principles of process theology (Whitehead), namely, the idea of God as a non-creator Demiurge subjected to the space-time of the real classical world. For Heller, it is erroneous to claim that God should be subject to the space-time in order to be a dynamic, living God, connected to the events of the world. The non-commutative geometry model enables him to conceive a type of reality outside the space-time, which is nevertheless dynamic. In this sense, the model proposed by Heller responds more to the traditional idea of a transcendent God who is also the creative origin, the fundament of being, out of whom the space-time of the created world emerges.

We should not forget that there is also another speculative aspect regarding the ultimate origins and foundations of the physical reality. We talk of a 'singularity' (within the framework of the mathematical model of relativity) which translated into a real big bang that actually occurred as a physical event. But, what existed before the big bang? Today, there is much debate and speculation around the idea that the singularity of our universe is just one of an infinite number of singularities occurring in a meta-space or eternal fundamental universe constituted perhaps by a quantum vacuum, by a sea of energy, by Bohm's 'implicate order' or by a 'primordial ether' (although not in the Newtonian sense) from which infinite 'multiverses' are generated. In each of these scenarios, the emerging universe responds to a set of values in keeping with the structure of variables conceived (also using speculative-mathematical methods) by the superstring theory.

Heller is obviously opposed to these speculations about multiverses and string theory. He proposes instead an alternative speculation which he believes is more realistic and, in his opinion, more in keeping with theology: his speculation deals with a universe which, in moving towards its primordial foundations, transforms into a non-space-time dimension which ends up connecting to the transcendent reality of an atemporal God beyond any possible geometric singularities and the big bang.

#### NON-COMMUTATIVE GEOMETRY FOR A THEIST PHILOSOPHY

According to Heller, we can speculate that, rather than an artificial instrument used in relation to classic singularities in general relativity, non-commutative geometry is, in fact, something which reflects the structure of the era of quantum gravity. The fact that the operators in Hilbert space (the typical mathematical objects of quantum mechanics) respond to the true essence of a non-commutative description of singularities may suggest that said singularities 'have a certain knowledge' of quantum effects. The tempting hypothesis is that the era of quantum gravity exists under Planck's threshold, modelled by a non-commutative geometry and, as a result, absolutely non-local. In this era there is neither space nor time in the usual sense. Only when the universe passes over Planck's threshold is there a 'transition phase' to commutative geometry, and it is during this transition that ordinary space-time emerges, along with its frontiers or singular limits (singularities) (Creative Tension, 92-93).

Singularities are formed during the transition process over Planck's threshold, when space-time emerges from a non-commutative geometry. This process can be explained in the following way. Normally, we think of Planck's era as something hidden in the prehistory of the universe, when its typical scale was around  $10^{-33}$  cm. However, Planck's era can in fact be seen even now if we delve deeper and deeper into the structure of the world, until we reach the  $10^{-33}$  cm threshold. Upon crossing this threshold, we find ourselves in Planck's 'stratum', with its non-commutative regime. At this basic level under Planck's scale, all states exist equally, and there is no difference between singular

and non-singular ones. Only the macroscopic observer, located in space-time (and therefore beyond Planck's threshold), can say that their universe began in a singularity in a finite past, and may possibly finish in a final singularity in a finite future (Creative Tension, 93).

The non-commutative perspective provides a natural explanation for all non-local phenomena. Since the fundamental level is totally non-local, it is hardly surprising that certain quantum phenomena (such as the EPR experiment) that occur at this level have non-local effects; they are like the tip of the iceberg of this 'non-local non-commutativity' which remains present despite the transitional phase to ordinary physics. In order to explain the horizon problem [the astrophysical fact that very distant parts of the universe that have not had any physical contact nevertheless have exactly the same values for certain parameters], Heller believes we should adopt a different approach and regard 'fundamental non-commutativity' as being located 'at the beginning', in the pre-Planck era. This hypothesis supposes that this era was totally global; it would not, therefore, be at all surprising if, when passing over Planck's threshold, the universe preserved certain global characteristics even in those places that never (after Planck's threshold) came into causal contact with each other (Creative Tension, 115).

The 'second order' speculative reflection (the 'first order' one would be scientific only) is for Heller the philosophical-metaphysical-theological one. It is here that the logic of his explanatory hypothesis of the non-commutative geometry prompts him to reinterpret certain classic themes of philosophy-theology, such as: the idea of time, or to be more precise, space-time, in God; the application of this to the traditional idea of 'creation' (continuous creation 'from eternity', as foreseen by Saint Thomas); the concept of causality and the 'first cause'; the way in which chance, probability and statistics can be understood as elements of the creative design of a divinity beyond the space-time; the classic themes of divine omnipotence and omniscience in the debate with process philosophy-theology (Whitehead); and the classic theme of the meaning of the 'actions of God in the world', among others.

#### DOES THE UNIVERSE NEED A CAUSE?

In his acceptance statement for the Templeton Prize, Heller says:

'When contemplating the universe, the question imposes itself: does the universe need to have a cause? It is clear that causal explanations are a vital part of the scientific method. Various processes in the universe can be displayed as a succession of states in such a way that the preceding state is a cause of the succeeding one. If we look deeper at such processes, we see that there is always a dynamical law prescribing how one state should generate another state. But dynamical laws are expressed in the form of mathematical equations, and if we ask about the cause of the universe we should ask about a cause of mathematical laws. By doing so we are back in the Great Blueprint of God's thinking the universe. The question on ultimate causality is translated into another of Leibniz's questions: 'Why is there something rather than nothing?' (from his *Principles of Nature and Grace*). When asking this question, we are not asking about a cause like all other causes. We are asking about the root of all possible causes'.

Upon reading this text (and other similar ones by Heller), one has the impression that the author admits the approach of classic Thomist metaphysics, i.e. that the explanation of the universe requires a non-mundane and necessary first cause, attributable only to God, since the need cannot be attributed to the world. Only God, not the universe, can be understood as the 'root cause', as the fundament of being, or in other words, as a necessary being: only God can be necessary.

Playing devil's advocate, however, we may perhaps dare to make a few observations. 1) Science, and also philosophical reason, base their thinking on a factual empirical world and strive to understand its ability to be real, to be just as we experience it (the expectation of science and reason would be, in principle, for the real system we see to be self-sufficient). 2) The problem with science/reason is precisely that any understanding of this sufficiency is enigmatic: it can be attributed to a pure world without a God (atheism) or to a God understood as a reality which transcends the universe (theism). 3) Regardless of whether we attribute this sufficiency to the universe or to a God, in both cases, it should itself, *eo ipso*, be attributed the need. This would be the specific approach of science.

In other words, the need is something we should postulate, either for the universe or for God, depending on whom we attribute the sufficiency of reality to. However, in neither case do we

understand why its 'ontology' makes it 'necessary'. Returning to Leibniz's question, which Heller mentions in the text quoted above, we cannot know why the universe exists or does not exist, or why God exists or does not exist. The only thing reason and science can do is try to understand the basis of the sufficiency of the universe that does in fact exist and which contains us, and *eo ipso*, attribute the need to it.

This is exactly what Leo Smolin says in reference to Leibniz's question 'why is there something rather than nothing?', in a text cited by Heller himself, in which he says that he does not really understand how science, despite all its progress, can ever help us understand questions of this kind. At the end of the day, perhaps room should be left for mysticism. However, mysticism is not metaphysics, and this, he says, is all he is trying to eliminate (Creative Tension, 160).

Indeed, if reason could only attribute need to God, then the existence of God would be rationally certain (in other words, it would be a 'metaphysical certainty' as the Thomist school would say). Atheism would not be feasible for reason. Is this what Heller thinks? The truth is that he seems somewhat ambivalent. On the one hand, we have texts like the one cited above. But on the other, he also says that science's greatest contribution to theology is the fact that it makes us understand that the universe is a Mystery. And here, we wholeheartedly agree with him.

It is a mystery that some try to clarify with freely assumed atheist hypotheses. But it is also a mystery susceptible to others, such as Heller, suggesting freely assumed possible hypotheses and speculations that demonstrate the verisimilitude of the hypothesis that it was created by a personal divine being, the fundament of being.

[Texto básico publicado en Tendencias21.net,  
por la Cátedra CTR, Escuela Técnica Superior de Ingeniería,  
Universidad Comillas, Madrid]

JAVIER MONSERRAT

# ETHICAL AND SACRED RESPECT FOR NATURE

## *Rolston's ecological ethics in science, philosophy and theology*

GUILLERMO ARMENGOL

Universidad Comillas de Madrid

**Holmes Rolston III is an American philosopher who trained as a physicist and mathematician and who has spent his academic life in the philosophy department of Colorado State University. The son of a Presbyterian minister, he himself is also a pastor in the Presbyterian Church, despite deciding to dedicate his life to academia. Although retired, he still remains intellectually active. Among the many prizes and accolades he has won throughout his career, the Templeton Prize in 2003 was the one which, without doubt, most served to popularise his name and work.**

### ROLSTON THE MAN

Holmes Rolston graduated in physics and mathematics from Davidson College, Charlotte, N.C., before studying theology at the Union Seminary in Virginia. Later, in 1958, he earned a PhD in theology from Edinburgh University, Scotland, and finally, several years later, earned a second doctorate in philosophy of science from Pittsburgh University. He was then invited to work at the philosophy department of Colorado State University, where he was appointed a full professor in 1976. His contributions were not always highly valued by the scientific community, and indeed, some of his key manuscripts were initially rejected by important publishing houses. However, full recognition arrived when he was invited to give the Gifford Lectures at the University of Edinburgh in 1997-1998.

When examining Rolston's intellectual contribution to science, we should remember that he is known as 'the father of environmental ethics'. Rolston himself has observed that 'it turned out that the direction in which I wanted to go, and in which I went for two decades, ended up being the direction in which the world started to move'. His work coincided with the rise of environmental issues, and in this field he ended up becoming one of the most important authors of American philosophy.

For Rolston, the ethical discovery of nature is 'philosophical', but it is a philosophy that accepts science and which is based on the intrinsic values of nature itself. Nevertheless, as a theologian, Rolston has also described the 'theological logic' that enables us to recognise not only the ethic value, but also the sacred value of nature. Rolston's work then, merges, quite independently, the logic of philosophy, which accepts and applies ethical rules to science and technology, and the logic of theology, which projects onto nature the perspective of faith which accepts philosophy and science, but which views nature with a kind of sacred respect which steers human behaviour towards new ethical-ecological dimensions.

### HIS WORK AND THE SCIENCE-RELIGION DEBATE

Rolston gained a certain level of recognition for the first time in 1975, when he published his paper *Is there an Ecological Ethic?* The paper explored some of the ideas that Rolston has striven to combat for years, namely the existence of a value-free nature, with no intrinsic value in itself, since all ethical valuation depends always on a connection with humans. Rolston, on the other hand, believes that natural ethics does not always depend on mankind.

Nature itself possesses ethical values that any ethical being (i.e. man) should respect for themselves, regardless of their repercussions on human life. Soil, plants, animals, species and ecosystems hold, for Rolston, a value in themselves, regardless of and separate from human issues. This value constitutes ethical principles that impose themselves on human conduct.

Some of his most important works include *Philosophy Gone Wild* (1986), *Environmental Ethics* (1988) and *Conserving Natural Value* (1994). In other works he explores the ethical-theological view of the natural world, with this being his own individual contribution to the science-religion debate, understood on the basis of the convergence of philosophy and theology in ecological ethics. Here,

we will be looking at *Science and Religion: A Critical Survey* (1987) and *Genes, Genesis and God* (1999), in connection with the Gifford Lectures of 1997-1998.

Rolston intuitively explains his approach to the debate on science and religion. Other approaches, he says, have either based themselves on religion and tried to reach out to science, or have based themselves on science and have tried to reach out to religion. However, they have always tried to make peace between the warring parties. Rolston, on the other hand, aims to prompt both science and religion to make their peace with nature, and to come together in nature itself.

Science has always seen nature as a medium, something neutral with no intrinsic ethical value; for its part, monotheist theology has always seen nature as something 'fallen' owing to human 'sin'. For Rolston, if both science and religion were to change their view of nature, they could also lessen the secular gap that separates them, thus reaching a convergence between the philosophical ethics of reason and the sacred ethics of theology.

#### A NATURALISED RELIGION: THE DIVINE EPIC OF LIFE

Rolston believes that religion should 'naturalise itself' in that it should return to the 'sacred' experience of nature. For Rolston, all religious experience is a numinous experience of nature. This experience may explain the prehistoric origin of religion, and is therefore the form that religious experience has gradually taken in our genes (and which is in keeping with current empirical results on the existence of what is today known as the 'mystic brain').

'One must also get religion naturalised, not so much in the sense of explaining it (away) naturalistically, as of explaining the numinous encounter with manifest nature. Biology does generate religion: the phenomenon of life evokes a religious response whether or not a functional human society is at issue...'. 'Nature is the first mystery to be encountered, and society comes later, much later, after one learns evolutionary history' (*Genes, Genesis and God*, Cambridge University Press, 1999, 294).

As human beings with mind, we are here and therefore need a unified recounting of the history of the Earth that has brought us to where we are today.

#### A PROLIFIC EARTH

The first numinous experience of an ethical and sacred Earth is its fertility. The idea of a surprising, fertile Earth that produces life. Fertility, Rolston says, is exactly what is evoked by religious faith. The Earth's prolific fertility, fruitfulness or generative capacity is what most needs to be explained in the spectacular unfolding of life in which we ourselves are immersed. We should remember, Rolston reminds us, that Nature's root idea is that of 'giving birth' (p. 226).

We need to explain the unfolding, the generative processes. We need to find out how possibilities are updated, how spaces and deep sources of creativity become possible. In this genesis, more regularly comes out of less. Sometimes, it even comes out of nothing; or in other words, out of somewhere where nothing similar ever existed before. 'Information' is superimposed onto matter and energy, as the key to the vital regeneration of life. It is a pregnant Earth. We know the meaning of 'pregnant' in child-bearing women; it is the period during which life information is transferred via DNA from one generation to another. However, we need to rethink where and how this information arises on Earth. Virtually all biologists are religious, in the deepest sense of the term, even if it is a religion without revelation. We discern something sublime, in the sense that it inspires awe, because there *is* something sublime (in the etymological sense of the term), something which takes us to the limits of our understanding, and mysteriously even beyond (p. 297).

#### NATURE, SIN, SUFFERING

In this prolific process of the Earth in which more seems to emerge from less, nature proceeds unbendingly: it is the logic of the selfish gene in which progress towards life is built over death. If this progress which tramples on the past is seen as a 'sin', then nature becomes prolific on the basis

of sin. Making headway by cutting off others, aborting possibilities, in the midst of death, burdens the dynamics of life with the weight of transgression or sin. This dramatic quality of moving forward 'sinfully' (in the widest sense of the term) on the basis of negation, is one of the unmistakable traits of the natural world.

However, in beings endowed with sensibility, this move forward also occurs in the midst of suffering. History, Rolston says, is the history of the evolution of suffering. Genes do not suffer; organisms with genes do not need to suffer, but those with neurons do. Life is unquestionably prolific, and is therefore as undeniably pathetic (from the Greek *pathos*) as if its logic were exactly that of pathos. Fertility is closely linked to struggle (p. 303).

Suffering, Rolston believes, is a torturous fact, but the first thing we learn is that suffering is the downside of sentience, the sentient experience, consciousness, pleasure, intention, all excitation of subjectivity that is so strangely generated from pure objectivity. Rocks, he says, do not suffer, but the substratum of the rocks has organised itself into animals whose experience produces pain and pleasure, and into men whose existence includes anxiety and affliction (p. 303).

Not only because of this dramatic quality of moving forward in 'sin' through negation, but also because of its progress through the affliction of suffering, nature is prolific and creates life along a dramatic road that Rolston describes as 'cruciform', alluding to both the cross, the essence of Christianity, and to the core of the experience of other religious traditions, such as Buddhism.

#### NATURE AND SUPERNATURE

Man forms part of nature through his experience of existing in a prolific nature. This fertility is so great that it seems to give the false impression that, in its advance, 'nature' becomes 'supernature', as if it were 'beyond itself', or as if more had emerged from less. Rolston defends an emergence in which the natural dynamics produce new ways of being (which lead to the human 'spirit'); but this process towards 'more' is always based on previous stages, and at the end of the day, on matter-energy. The future (more, supernatural) is possible because it already existed in the past-present (less, natural).

According to Rolston, believing in God is, for many, like putting the supernatural beyond the natural. But no theory can establish a complementary link between God and nature while an unresolved dualism exists between the natural and the supernatural (*Science and Religion. A Critical Survey*, p. 298). Everything is in everything. In this sense, the dignity of the spirit already exists in the nature of matter-energy. Thus, the ethical discourse for respecting human dignity and autonomy is, at this level, the same ethical discourse for respecting the dignity and autonomy of natural processes.

However, at the end of the day, Rolston also offers a religious interpretation of the process which constitutes an even more powerful foundation for ecological ethics. God is the ultimate supernatural conclusion, but at the same time, the origin of the whole process, the foundation existing in nature. All this has an unmistakable Teilhardian flavour based on the concepts of alpha and omega. Indeed, Teilhard is continually present in Rolston's work.

God is, at a certain level and order of magnitude, beyond the states of quantum superimposition, beyond the ambital ether of space-time and beyond the anthropic order. God is the supernature from which nature is 'frozen'. In this sense, God as a fundament comes before what comes after—matter, life, mind, spirit—and becomes gradually manifest (by being omnipresent) in the superb evolutionary sequence in which more and more supernature emerges in nature.

According to Rolston, the universe and the Earth are both God in the form of history. The form of an explanation of this kind would be more fitting for nature than the best scientific explanations based on mere laws. It could reach the level of our senses which goes beyond pure cause. It could reach the sense of the Presence of God, of the Divine You existing in the mundane That (p. 305).

Rolston then, believes that the coherent image of God from the perspective of science is that of a 'panentheist' God, compatible with orthodox Christianity, which constitutes the non-local background of the universe and produces nature through creation. Thus, 'spiritual' (supernatural) divine ontology would emerge through the evolutionary process right up to the appearance of man.

## THE PRESENCE OF THE GOD OF NATURE IN CHRIST

Rolston believes that in Christian theism, Jesus is the living parabola of God. Unlike those who say that suffering is always too painful to be divine, Christianity presupposes a free life dedicated to love, leading towards a mysterious end, although it detects in suffering the endless power of God. Through the cross, Christians enter into communion with this normative power in redemptive suffering. They join with Christ, who thus dramatically shows that he commands divine energy in always emerging levels.

What in principle seems an annoying anomaly which contradicts the claim that God is omnipresent, i.e. the scandalous history of a peasant abandoned by God and crucified, thus becomes key evidence of the presence of God. The Creator, Rolston believes, is always present, perfecting his creation through suffering.

Jesus on the cross is a painful God. The hypothesis of God offers the only viable explanation for the emergence of Jesus in the world. God is both Author and Actor in this exciting story. Jesus loves with perfection in perfect freedom. And he dies as a testimony to the power of love through suffering (pp. 326-327).

## ROLSTON'S ECOLOGICAL 'THEOLOGIA CRUCIS'

Through ecology, Rolston strives to understand *theologia crucis*, or the logic of God on the cross, i.e. what God is trying to tell us through Christ. His perspective belongs to the Christian tradition: the evangelical logion 'take up your cross and follow me' is a succinct summing up of Rolston's theology of the cross. Evolution is cruciform and being a Christian means accepting the cross of suffering and letting oneself be moved by the impulse towards the supernatural, that in turn leads to God.

It is, without doubt, an aspect of the message of the cross that is unmistakably Christian. Nevertheless, the message of the cross also has other important aspects that Rolston does not consider. The cross shows that God does not impose his presence on the universe, but rather gives man his freedom, a freedom that is evident in a world in which life, and even ecological ethics, may be understood without God.

[Texto básico publicado en Tendencias21.net,  
por la Cátedra CTR, Escuela Técnica Superior de Ingeniería,  
Universidad Comillas, Madrid]

GUILLERMO ARMENGOL

# LEE SMOLIN HACE UNA CRÍTICA CONSTRUCTIVA DE LA «TEORÍA DEL TODO»

*Entra en crisis la teoría de más prestigio en la física teórica*

MIGUEL LORENTE

Universidad de Oviedo

Durante tres siglos, a partir de los «Principia» de Newton en 1687, los avances de las ciencias físicas se han ido consolidando no sólo experimentalmente, sino sobre todo teóricamente, de manera que el conocimiento de la naturaleza por el hombre se ha profundizado como nunca en la historia de la humanidad. Se pueden clasificar los grandes descubrimientos en períodos de veinticinco años, desde 1780, entre los que podemos contar las fuerzas eléctricas y magnéticas, las propiedades microscópicas de la materia descritas por la mecánica cuántica y las macroscópicas que estudia la teoría de la relatividad, así como las fuerzas nucleares fuerte y débil que producen las interacciones entre las partículas elementales. Con esto llegamos a 1970 en que se produce un equilibrio entre experimento y teoría por medio de un modelo que unificaba las fuerzas conocidas (exceptuando la gravitatoria) y que se llamó el modelo standard. Pero el exigente control de la especulación por el experimento en el modelo standard dio lugar en los últimos años a portentosas propuestas teóricas que especulaban arriesgadamente sobre la génesis de la estructura microfísica de la materia.

Durante siglos la física teórica ha estado complementada con la física experimental. A partir de 1970 irrumpe la teoría de supercuerdas que pretende solucionar los problemas que afectan a la ciencia (unificación de partículas y fuerzas, paradojas de a mecánica cuántica y gravedad cuántica), pero que no dispone de una técnica adecuada para su comprobación experimental. El optimismo que acogió la nueva teoría se desvanece. Lee Smolin hace un balance de los treinta últimos años en su libro *The Trouble with Physics: The Rise of String Theory, the Fall of a Science, and What Comes Next*, que él ha vivido, primero como defensor y luego como promotor de alternativas.

## LA TEORÍA DE SUPERCUERDAS A EXAMEN: NACIMIENTO, CAÍDA Y FUTURO

Hasta los años setenta la física teórica y experimental habían ido paralelas, apoyándose mutuamente, pero pronto empezaron las perplejidades. La física teórico-experimental no carecía de problemas y el modelo standard distaba de ser un modo perfecto. No se había encontrado, en efecto, una teoría que unificase los hadrones y los leptones. Lo mismo sucedía además con las fuerzas conocidas, y los cálculos perturbativos de algunas interacciones entre ellas se hacían infinitos.

[Queremos anticipar a los lectores de este artículo que hemos optado por resumir el pensamiento de Smolín ciñéndonos a los términos técnicos para tener mayor exactitud. Esto facilitará la lectura de quienes conozcan el mundo de la física teórica. Para los otros lectores se presentarán dificultades, pero aun así alcanzarán una comprensión intuitiva más real de las cuestiones tratadas por la teoría de cuerdas y las dificultades científicas que Smolin propone.]

## LA PRIMERA TEORÍA DE CUERDAS: EXPECTACIÓN Y RESULTADOS

En 1970 tuvo lugar la primera revolución de la teoría de cuerdas, que solucionaba todos los problemas mencionados: se unificaban las partículas y las fuerzas, al mismo tiempo que se eliminaban los infinitos. Pero la nueva hipótesis no encontraba los experimentos apropiados para alcanzar el rango de teoría confirmada. En principio, es legítimo en la ciencia proponer teorías, aunque estas sean especulativas; lo que ocurre es que las buenas teorías científicas deben permitir, de una u otra manera su confrontación con la experiencia.

Pero han pasado tres décadas y las pruebas experimentales siguen sin aparecer (al menos con los medios de que dispone hoy día la técnica experimental). Se multiplican los modelos pero faltan nuevos conceptos, como ha sucedido con otras revoluciones científicas. Lo que se consideraba la «la ciencia del todo» empieza a convertirse en una ilusión que no explica nada. D. Gross, premio Nobel de Física por su trabajo en el modelo standard, se convirtió en un formidable luchador de la teoría de cuerdas, pero recientemente ha dicho: «No sabemos de qué estamos hablando». Y B. Greene añade: «Los investigadores piensan que nuestra formulación de la teoría de cuerdas no posee el núcleo de fundamentos que encontramos en otros grandes descubrimientos».

Esta situación de la Física, que ha acabado en un camino sin salida, ha motivado a Lee Smolin a escribir el libro *The Trouble with Physics. The Rise of String Theory, the Fall of a Science and What Comes Next* (Houghton Mifflin Co., Boston, 2006). Smolin es la persona indicada para hacer la crítica de los últimos treinta años de la física y en particular de la teoría de cuerdas. Ha sido un partidario decidido de la teoría de cuerdas, pero tras años de reflexión objetiva parece haber llegado a consecuencias inevitables que ha tenido la valentía de exponer.

Smolin estudia Física en la Universidad de Harvard, donde obtiene el título de Doctor. Ha sido profesor de Física teórica en las Universidades de Princeton, Yale y Pennsylvania State, y ahora en el Instituto Perimeter de Toronto, del que ha sido uno de sus fundadores. Sus más de un centenar de artículos científicos reflejan su trayectoria, que va desde la teoría de supercuerdas a los «spin networks» de Penrose y la teoría «loop quantum gravity» de Ashtekar. Sus tres libros, *The Life of the Cosmos*, *Three Roads to Quantum Gravity* y *The Trouble with Physics*, reflejan también de forma autobiográfica su trayectoria ideológica, desde un cultivador de la teoría de supercuerdas hasta el desengaño por esta teoría y la búsqueda de alternativas.

#### PROBLEMAS FUNDAMENTALES DE LAS NUEVAS TEORÍAS

El libro de Smolin no es sólo un libro de historia que expone acontecimientos de los últimos treinta años, sino también un libro programático que trata de analizar la teoría de cuerdas y sus alternativas, con unos principios que todas deben cumplir. Estos principios se postulan al comienzo de libro para que ayuden a hacer la crítica de los intentos que se han hecho en estos treinta últimos años y permitan pensar en el futuro. Smolin los llama problemas, pero en realidad son principios o condiciones necesarias que toda nueva teoría debe cumplir:

- Problema 1 (Principio de la gravedad cuántica): Consistiría en unificar la teoría de la relatividad y la mecánica cuántica en una sola teoría. Esto implica que la nueva teoría ha de ser independiente del espacio-tiempo contenedor o que éste tenga un carácter dinámico.
- Problema 2 (Problema fundamental de la mecánica cuántica): Resolver las paradojas de la mecánica cuántica de manera que ésta tenga sentido. Por ejemplo, la nueva teoría debe ser realista, o sea, que sea independiente del observador y del aparato de medida.
- Problema 3 (Problema de unificación de las partículas y fuerzas): Unificar todas las partículas elementales (todas las familias de quarks y leptones), así como todas las fuerzas conocidas (gravitatorias, electromagnéticas, nucleares fuertes y débiles).
- Problema 4 (Problema de las constantes universales): Explicar por qué las constantes físicas que aparecen en el modelo standard tienen valores determinados.
- Problema 5 (Materia y energía oscura): Explicar qué es la materia oscura y la energía oscura; o, si estas no existiesen, por qué la gravedad se modificaría tanto a gran escala.

A continuación Smolin hace un breve resumen de la historia que ha llevado a la teoría de supercuerdas.

#### LA REVOLUCIÓN QUE SE AVECINA

En 1968 G. Veneziano propone un modelo para describir las interacciones entre las partículas elementales. Considera a las partículas como cintas de goma, que se estiran cuando reciben energía y se encogen cuando la pierden. Pronto se cambió la imagen de bandas de goma por la de cuer-

das vibrantes, de modo que a cada partícula correspondía un modo de vibración de esta cuerda. Este modelo era consistente con la mecánica cuántica y la teoría de la relatividad si el espacio contenedor tenía 26 dimensiones; pero tenía la limitación de que solo admitía bosones y de que permitía taquiones (con velocidad mayor que la de la luz).

En 1979 P. Ramond descubre una nueva simetría (las simetrías sirven para diferenciar las partículas en bosones y fermiones), de tal modo que la nueva simetría, llamada supersimetría, aplicada a las cuerdas unificaba los dos tipos de partículas, y rebajaba el número de dimensiones de 26 a 10 y además no contenía taquiones. Por otro lado, al unirse una cuerda por sus extremos daba lugar a una fuerza que dependía de la tensión y del movimiento de la cuerda. Si la cuerda era abierta se producía la fuerza gravitatoria, si era cerrada, las demás fuerzas. Por consiguiente, las cuerdas supersimétricas o supercuerdas unificaban todas las partículas y las fuerzas conocidas.

#### LA REVOLUCIÓN DE LAS SUPERCUERDAS

En 1984 Schwarz y Green descubren una propiedad en la teoría de supercuerdas que suscita el interés de la comunidad científica. Los cálculos perturbativos para las interacciones entre dos cuerdas eran finitos hasta el segundo orden. Y en 1992 Mandelstam prueba que los desarrollos perturbativos eran finitos, término a término, lo cual produjo la sensación que se había conseguido una teoría definitiva, una auténtica revolución científica.

Pero quedaban muchos problemas por resolver: al pasar del modelo standard, con muchas constantes sin determinar, a la teoría de supercuerdas con una sola constante, pero con mayor número de dimensiones, se encontraban soluciones diferentes que daban lugar a diferentes teorías. En particular se habían encontrado cinco soluciones diferentes que conducían a cinco teorías de supercuerdas.

En 1995 Witten en una famosa conferencia en la Universidad de Los Ángeles prueba que se pueden unificar, dos a dos, las cinco teorías de supercuerdas utilizando la T-dualidad (que se produce cuando una cuerda se enrolla alrededor del círculo formado por la dimensión extra compactificada) o por la S-dualidad (cuando una teoría tiene una constante de acoplamiento igual a la inversa de la constante de acoplamiento de la segunda teoría). En la misma conferencia Witten consiguió probar que si se ampliaba el espacio-tiempo a once dimensiones, las cinco teorías de supercuerdas eran idénticas, y además estas teorías de supercuerdas se podían hacer derivar de una teoría fundamental que él llamó M-teoría (*Magic-theory*), pero que no especificó en qué consistía.

Empezó la carrera para descubrir la M-teoría. Uno de los oyentes, Polchinski, presentó a los pocos meses una nueva teoría basada en objetos elementales de dos dimensiones (recuérdese que la cuerda es un objeto de una dimensión) que él llamó D-branas (abreviatura de membrana). Se puede probar que las fluctuaciones de las branas lleva directamente a la M-teoría.

En 1997 Maldacena presenta una nueva dualidad entre las teorías de supercuerdas, más atrevida que la T-dualidad y la S-dualidad. En ella se identifica una teoría de supercuerdas de dimensión 4 con una teoría gauge de dimensión 3 (recuérdese que una teoría gauge sirve para determinar un objeto por el conjunto de simetrías y consigue diferenciar los objetos que poseen las mismas simetrías por un mecanismo llamado ruptura de simetrías).

#### UNA TEORÍA DEL TODO

En 1998 se descubre la energía oscura del universo, cuyo efecto producía una aceleración positiva en la expansión del universo. Producía los mismos efectos que la constante cosmológica de signo positivo (Einstein propuso por primera vez la constante cosmológica para evitar la expansión y describir un universo estático). Los experimentos recientes habían encontrado un valor muy pequeño para la constante cosmológica. Las teorías de supercuerdas tienen que tener en cuenta este valor para conseguir que ser realistas y no ser rechazadas. Según este criterio se pueden considerar cuatro situaciones de teorías de supercuerdas:

1. Cuerdas que se mueven en un espacio fijo de dimensión 10 con términos perturbativos finitos hasta de segundo orden. La constante cosmológica es nula.

2. Teoría de cuerdas que son idénticas a las teorías gauge con una dimensión menor, siguiendo el criterio de Maldacena. La constante cosmológica es negativa.
3. Existe un sinnúmero de teorías de supercuerdas que se mueven en un espacio-tiempo dinámico donde la constante cosmológica puede ser positiva.
4. Existe una teoría de dimensión 26, sin fermiones, llamada la cuerda bosónica, pero esta teoría admite taquiones, que hace a la teoría poco consistente.

Todas estas teorías se podrían deducir de una teoría fundamental llamada M-teoría, cuya formulación más exacta desconocemos.

#### CÓMO RESPONDEN LAS TEORÍAS DE SUPERCUERDAS A LOS CINCO PROBLEMAS

Después de haber recorrido los principales avances que han conseguido las teorías de supercuerdas, es hora de hacer un balance de dichas teorías con respecto a los cinco grandes problemas que pone Smolin al comienzo del libro:

- Problema 1: La teoría de supercuerdas no unifica la mecánica cuántica y la teoría de la relatividad, porque las ecuaciones de esta última son independientes del espacio-tiempo de referencia (como dicen los matemáticos las leyes de la física son invariantes bajo «difeomorfismos»).
- Problema 2: La teoría de supercuerdas no dice nada sobre una teoría fundamental que resuelva las paradojas de la mecánica cuántica.
- Problema 3: La teoría de supercuerdas unifican todas las partículas conocidas (bosones y fermiones), así como todas las fuerzas y las partículas gauge portadoras de las fuerzas (gravitones, fotones, gluones y partículas W) que son producidas por vibraciones de las cuerdas.
- Problema 4: La teoría de supercuerdas no puede explicar los valores de los parámetros que aparecen en el modelo standard solamente a partir de los valores constantes arbitrarios que poseen las supercuerdas (tensión y constante de acoplamiento).
- Problema 5: La teoría de supercuerdas no explica qué es la materia y la energía oscura. Los axiones se podrían identificar con la materia oscura, pero esta identificación no se puede deducir de la teoría de supercuerdas.

#### TEORÍAS ALTERNATIVAS A LA TEORÍA DE SUPERCUERDAS

Hemos visto las dificultades teóricas que tienen la teoría de supercuerdas y su falta de comprobación experimental. Smolin ha propuesto algunas de las teorías alternativas, sin renunciar a nada, a la espera de que nuevas experiencias vengan a confirmar alguna de las alternativas o las mismas teorías de supercuerdas.

Una de las alternativas comienza por criticar la teoría de la relatividad de Einstein. Según esta teoría, en sistemas inerciales se mueven con la velocidad de la luz, dos observadores lo verían con la misma velocidad y si un observador ve un objeto moviéndose con velocidad menor que la de la luz, el otro observador lo verá también con menor velocidad. En 1999 Amelino-Camelia aplica esta situación a las distancias, y en particular a la longitud de Planck. Si un objeto tiene la longitud de Planck, dos observadores en sistemas de referencia en sistemas de referencia equivalentes verán el objeto con la misma longitud, y si el objeto es mayor que la longitud de Planck, los dos observadores la verán con longitud mayor. Esto significa que en el orden de magnitud de la longitud de Planck no rigen las leyes de la teoría de la relatividad especial, por lo cual Amelino-Camelia llamó a esta teoría «doble relatividad especial». En realidad lo que se proponía en esta teoría eran las leyes clásicas para valores muy alejados de la constante de Planck y las leyes cuánticas para valores muy próximos a la constante de Planck.

Otras alternativas provienen de modelos que son independientes del espacio-tiempo contenedor, de modelos de espacio y tiempo discretos y de modelos que se basan en el principio de causalidad. Estas tres propiedades han dado origen a la «causal dynamical triangulation de Ambjorn y Loll» y los «causal sets» de Sorkin que son modelos muy consistentes de gravedad cuántica, en los

cuales el espacio-tiempo emerge como consecuencia de las relaciones entre los sucesos más elementales.

También Penrose en 1961 presenta su modelo de los «spin networks» que es discreto y relacional, donde el espacio-tiempo emerge como consecuencia de las combinaciones de los spines que cumplen las leyes de la mecánica cuántica. Aunque este modelo se podría identificar con «causal sets» discretos de Sorkin, Penrose lo amplía a la teoría de los twistors que se mueven en un espacio-tiempo complejo para admitir las transformaciones de los vectores de posición (discreto) y momento (continuo). La teoría de los twistor ha sido continuada por numerosos matemáticos y físicos, porque ofrece un marco riguroso donde describir todos los campos y partículas conocidos incluyendo la relatividad general.

Otra teoría alternativa ha sido la «geometría no conmutativa» de A. Connes, según la cual las magnitudes físicas y matemáticas no conmutan ( $AB$  no es igual a  $BA$ ). Es una teoría que unifica las funciones algebraicas y geométricas de manera que se deduce inmediatamente el modelo standard.

La teoría que más se ha enfrentado como alternativa a las supercuerdas es «loop quantum gravity» que fue propuesta por Ashtekar en 1986. En ella probó que la teoría de la relatividad general se podía expresar como una teoría gauge con solo introducir unas nuevas variables.

Cuando tratamos de describir las líneas del campo gauge no necesitamos de un espacio-tiempo contenedor, sino que las líneas de campo definen la geometría del espacio. Esta geometría está definida por un grafo (conexiones entre vértices y aristas), que evolucionan a nuevas estructuras, de las que emerge la estructura subyacente del espacio-tiempo. Por otra parte como las conexiones en un grafo pueden ser muy complicadas, dependiendo del tipo de lazos que se construyen entre las aristas que unen dos vértices, esta diversidad de lazos da lugar a las diferentes familias de partículas elementales, como recientemente han demostrado 2006 e Bilson-Thompson, Markopoulou y Smolin.

Según Hofmann y Winkler, las predicciones de la teoría «loop quantum gravity» podrán observarse experimentalmente en las oscilaciones de la radiación de fondo.

#### LA TEORÍA DE SUPERCUERDAS HA BLOQUEADO OTRAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

El libro de Smolin acaba con unos capítulos dedicados a los aspectos sociológicos y filosóficos de la teoría de supercuerdas. Los peligros de esta teoría son patentes. Han invadido las Universidades y Centros de investigación de todo el mundo, de modo que los investigadores jóvenes que no quieran trabajar en dicha teoría tienen cerrado prácticamente el camino a dichos centros. Smolin ha resumido la postura de las comunidades de supercuerdas con estos rasgos:

1. Considerable autosuficiencia y conciencia de pertenecer a una élite.
2. Comunidades monolíticas con gran uniformidad de opiniones sobre cuestiones abiertas, generalmente impuestas por los que constituyen la jerarquía de la comunidad.
3. Sentido de identificación con el grupo parecido a la pertenencia de una comunidad religiosa o partido político.
4. Sentido de frontera entre el grupo y otros expertos.
5. Gran desinterés por las ideas y personas que no son del grupo.
6. Una confianza excesiva en interpretar positivamente los resultados e incluso aceptarlos exclusivamente porque son creídos por la mayoría.
7. Una falta de percepción del riesgo que conlleva una nueva teoría.

#### ÉTICA DE UNA COMUNIDAD CIENTÍFICA

Smolin defiende que el éxito de una comunidad científica no es solamente por la adherencia a una teoría, sino por la adherencia a una ética. Smolin resume en dos principios esta ética:

1. Si un resultado puede ser decidido por personas de buena fe, después de aplicar argumentos razonables con la evidencia pública disponible, entonces tiene que ser aceptada como tal.

2. Por otra parte, si los argumentos racionales tomados de la evidencia públicamente disponible, no consiguen poner de acuerdo a las personas de buena voluntad, la sociedad tiene que permitir y animar a la gente a sacar conclusiones diversas.

Smolin saca algunas conclusiones de estos principios:

1. Estamos de acuerdo en argumentar racionalmente y de buena fe a partir de la evidencia, cualquiera que sea el grado de evidencia compartida.
2. Cada científico es libre de desarrollar sus propias conclusiones a partir de la evidencia. Pero cada científico tiene la obligación de presentar argumentos sacados de la evidencia a la comunidad científica.
3. La habilidad de los científicos para deducir resultados fiables de la evidencia compartida se basa en el dominio de los medios experimentales y procedimientos desarrollados durante muchos años.
4. Cada miembro de la comunidad científica reconoce que el fin provisional es el conseguir consenso. Los jueces finales de un trabajo científico son los futuros miembros de la comunidad científica, de tal manera alejados del trabajo en cuestión que estén en condiciones idóneas para emitir un juicio objetivo.
5. La pertenencia a una comunidad científica está abierta a todo ser humano. La entrada en la comunidad esta basada en dos criterios. Preparación suficiente para desarrollar un trabajo con plena independencia y la adhesión continuada a la ética comunitaria.
6. Aunque la ortodoxia esté permitida temporalmente en un campo subordinado, la comunidad reconoce que las opiniones contrarias y los programas de investigación son necesarios para la salud continua de la comunidad científica.

[Texto básico publicado en Tendencias21.net,  
por la Cátedra CTR, Escuela Técnica Superior de Ingeniería,  
Universidad Comillas, Madrid]

MIGUEL LORENTE

# WHY DID LIVING COMPLEXITY ARISE?

## *Beyond reductionism: Stuart Kauffman reinventing the sacred*

JAVIER MONSERRAT

Universidad Autónoma de Madrid

**Stuart Kauffman has and continues to be one of the most eminent thinkers in the development of modern evolutionary biology. His theories on the self-organisation of matter have served to complement the ordinary explanation offered by Darwinism and complexity theories. In a recent contribution to the journal *Zygon*, dated 22 October 2006, Kauffman admits the possibility of accepting quantum factors in the emergence of life, at the same time as offering a self-creative and sacred image of nature, which is nevertheless different from traditional theism.**

Stuart Alan Kauffman takes a stance against recent trends in the philosophy of biology. On the one hand, he offers an opinion regarding the recent controversy on theism-atheism arising out of the works of Dawkins and Dennett. Kauffman sticks to his previous position, refusing to believe in a transcendent God. However, he qualifies this position by defending his belief in a sacred world that should underpin our search for meaning. The world of complexity is not reductionism, but rather a major self-creative and emergent step towards superior levels of reality. This natural self-creativity prompts in us an attitude of reverence, respect and mystery. On the other hand, however, Kauffman has also taken an important step forward by accepting the role of quantum causality in the origin of life. In this sense, his authority reinforces heuristic speculations which attempt to explain life in terms of a quantum, emergentist and non-reductionist 'physical underpinning'.

Today, Kauffman's works are some of the most important in the field of biological self-organisation processes within the framework of complexity theories. His interdisciplinary training may perhaps explain the sheer breath of his questions, and the ambitiousness of his answers. His analyses touch upon physics, biology, psychology, neurology and even philosophy, and his thinking directly affects the existing neo-Darwinist paradigm, not to deny it, but rather to complement it. The causes which produced life would depend on the ontology of the matter whose ontological properties prompted self-movement towards organised complexity. These properties are particularly evident in the genetic process and in the genetic networks already studied by other authors.

### A COHERENT LINE OF RESEARCH

Stuart Kauffman was born in 1939. In 1960 he earned degrees in philosophy and physics from Dartmouth College, before moving to Oxford, where he continued to study philosophy, expanding his scope to include psychology and biology. Finally, he studied medicine at the University of California in 1968 and a short time later, decided to focus his professional activities exclusively on research. He carried out genetic research at the University of Chicago and, from 1975 to 1995, lectured in biochemistry in Pennsylvania. He has also remained in contact with other research institutes, such as the Complex Systems Institute in Santa Fe. Today, an emeritus professor at the University of Pennsylvania, he works at the University of Calgary, Alberta, where he directs a number of institutes on biological complexity. He has also been a NASA consultant since the year 2000.

His cornerstone work is *Origins of Order: Self-Organization and Selection in Evolution* (1993). Some time later, in 1995, he published *At Home in the Universe: The Search for the Laws of Self-Organization and Complexity*. Finally, in the year 2000, he brought out his last work: *Investigations*, in which he explored the same themes in more depth. In a paper published in 2006 under the title *Beyond Reductionism: Reinventing the Sacred*, he offers a series of new ideas which we shall comment on here.

How can one understand Kauffman's work? What causes does he propose to explain the emergence of complex biological systems? Is there really irreducibility between different emergent levels? In what sense can we talk about emergent novelties? How are they related to systemics and complexity? Kauffman's stance is anti-reductionist; he believes that reality cannot emerge from the mere evolution of linear systems. For Kauffman, the emergence of novelty stems from continuity and the systemic interaction of matter. New systems produce new forms of reality. In this sense, Kauffman's work fits into the traditional framework of emergence theory.

A good overview of Kauffman's contributions to the field can be found in a research paper on his work by Alfredo Pérez, published by the University of Madrid. This paper states that: 'The question is from where did the useful variation on which selection acts come from? [Margullis, 2000]. This is the problem that Kauffman aims to resolve. Furthermore, regarding the problem of the origin of life, one of the dominant trends sustains that life could not have existed until the appearance of a primitive genetic system, and said primitive genetic system was the result of chance. If the weight of the argument on the origin of life rests on the formation of a primitive genetic system created as the result of a random conjunction of different elements under certain conditions, then the emergence of life becomes an enormously improbable event. These problems are the ones that steer Kauffman's research, and can be expressed through the following questions: How can we convincingly explain the fact of the emergence and evolution of life? How can we explain the order found in complex adaptive systems? For Kauffman, the key lies in bearing in mind the self-organisational capacity of complex systems' (p. 8).

#### THE SEARCH FOR THE SELF-ORGANISATIONAL LOGIC OF LIFE

Kauffman's contributions are historically based on the results obtained by Watson, Crick and Walkins. For these authors, the molecular structure of nucleic acids and the transfer of information between different organisms are essential factors. Thus, molecular structure transmits the hereditary genetic information required for the stability of the species.

Some time later, in 1965, the researchers François Jacob, Jacques Monod and André Lwoff were awarded the Nobel Prize in Medicine. Their research improved our understanding of the genetic control of enzymes, the synthesis of viruses, cellular differentiation and ontogenesis. It was then that the synthesis of a protein in the cytoplasm by the gene transcribed from DNA by RNA (ribonucleic acid) was understood. The so-called messenger RNA was found to control protein synthesis through its genetic code.

In 1977, the Russian-Belgian researcher Ilya Prigogine was awarded a Nobel Prize for his discovery of the characteristics that make order arise from far-from-equilibrium systems (when the particles of the system move randomly in total disorder). The order generated by fluctuations is a mechanism which produces self-organisation, an essential phenomenon for the formation of dissipative structures. Small variations in a system's fluctuations do not affect its stability; however, if they become larger, these fluctuations make the system unstable and push it to the edge of chaos. It is then that self-organisation arises, thus enabling the system to stabilise itself in a different ordered state.

Through situations of instability, fluctuations push systems towards totally new, stable, although also fluctuating, structures. The stability of biological systems is therefore dynamic and fluctuating, and forms the basis of the evolution of living systems in search of new ways of organising themselves in order to ensure adaptive stability. Prigogine's model has since been successfully applied to research aiming to understand the causes that prompted the evolution of living entities.

These ideas were soon developed by new research into the physics of chaos and its application to living systems. Basically, what these areas of research revealed is that life was not only produced by selection, but also by the primordial nature of matter and living matter (let us also remember the auto-poietic systems of Varela and Maturana). According to Darwinist principles, natural selection acts on the structures of ordered systems that have already been produced by evolution. Evolution selects only those ordered structures that have already been tried and tested by nature in accordance with ontological principles, prior to selection itself.

## KAUFFMAN'S PROPOSAL: BEYOND REDUCTIONISM

In order to explain Kauffman's point of view, we shall use the overview that the author himself provides in a recent paper entitled *Beyond Reductionism: Reinventing the Sacred* (2006). As mentioned earlier, Kauffman's position is in line with the emergence approach, at least in relation to its basic concepts regarding the origin of life.

Reductionism has been the general perspective of science over recent years. «Roughly, reductionism is the view that, as Nobel Laureate Stephen Weinberg eloquently puts it, the 'explanatory arrows always point downwards'». This downward-looking perspective leads us to explain everything on the basis of the elementary particles that make up the primordial substratum of the universe. A series of simple laws for this primordial matter would constitute the 'dream of the final theory', whose existence Weinberg has indeed postulated.

Kauffman underlines the 'increasing doubts among many scientists regarding the adequacy of reductionism' and mentions two Nobel Laureates, Philip Anderson and Robert Laughlin. Nevertheless, today, it is in string theory that reductionists seek that final theory, and seem to be going from strength to strength.

'But it is precisely in the province of string theory itself, that doubts are arising' says Kauffman. 'The early hope was that a single string theory would be found that would explain quantum gravity and all the known particles and forces. Such a single string theory would be the answer to Weinberg's dream of a final theory. But at present, it appears that there are as many as 10 to the 500<sup>th</sup> power string theories. Hope for a single theory is fast fading and a number of high energy physicists are abandoning reductionism in the sense of finding such a single theory. Thus, Leonard Susskind, in the *Cosmic Landscape*, suggests a multiverse of «pocket universes», each with a randomly chosen string theory, and a landscape over these «pocket universes» with respect to those whose laws are life friendly. As a critical side note, part of Susskind's move is an attempt to explain the roughly 23 physical constants in physics like the speed of light, the ratio of electron to proton mass, and so on. No one knows where these constants come from or how to explain them. Weinberg himself uttered the «A» word – anthropic'.

'In short', concludes Kauffman, 'many, but not all physicists, are giving up on the adequacy of reductionism alone as a scientific principle to explain the properties of the world. In its stead a new scientific world view is just starting to come into view: Emergence'.

## THE EMERGENCE OF LIFE: HOW IT CANNOT BE REDUCED TO PHYSICS

Kauffman's scientific work focuses on the most solid, mechanical and physical-chemical foundations causally involved in the origin of life. However, he has been against reductionism right from the start. His stance is more in line with emergence, a theoretical framework which is today becoming increasingly popular, and which is being espoused by more and more physicists and biologists who are abandoning reductionism as a doctrine of the past.

Kauffman's emergence is not 'dualism', but rather systemic monism that justifies the emergence of novelty when the continuity of the evolutionary process (based on the physical world) combines with the evolutionary genesis of new systemic structures that produce ontological novelties.

His emergence is systemic and ontological. Kauffman himself says that 'the ontological view (in emergence) is that new entities with their own properties and causal powers arise and are part of the furniture of the universe'.

How did life arise? We do not really know, although in Kauffman's opinion, certain theories do exist, even if none have yet been definitively established. The first is based on the properties of DNA and RNA, their helical structure and reduplicative capacity. The second is based on the recently-discovered properties of RNA, not only for carrying information, but also for acting as enzymes, speeding up chemical reactions in the cytoplasm. The third theory is based on the chemical structure of lipids, which experimental research has shown to be capable of growing and dividing. These processes may form part of the origin of life.

The fourth theory is that proposed by Kauffman himself, and defended by Freeman Dyson, and may also describe the events occurring in the origin of life. It rests on the observation that cellular

life is based on collective processes of autocatalysis, where catalysis is the acceleration of the speed of reaction. No molecule can catalyse its own formation. However, a system of molecules may maintain interactive systemic relations that, together, control the regularity, stability and replication of a system that would thus be autocatalytic. These systems, along with lipid chemistry, may have created the basic replicative stability of the living systems in which the subsequent function of DNA and RNA would have been possible.

Does the appearance of these systems, i.e. life, represent an emergence in relation to the physical world? Kauffman's answer is yes. Darwin's natural selection acts on already emerged biological entities, capable of self reproduction and heritable variation. 'This', says Kauffman, 'seems clearly to be ontological emergence, not reducible to physics'. 'In short, Darwin's natural selection is a new law operating on the level of self reproducing entities with heritable variation, regardless of the physical underpinning. In contrast to Weinberg's claim, here the explanatory arrows point upward'.

#### THE EMERGENCE OF LIVING AGENTS

Life is not only a level of emergence not reducible to physics due to the novelty of its self reproducing structures with heritable variability thanks to Darwinist selection, but also due to the supposition of 'agency' (the capacity to select directed actions).

In many of his works, Kauffman asks about the minimum properties a physical system must have in order to be considered an 'agent'. 'A minimal molecular agent is a system which can reproduce itself and carry out at least one work cycle in the thermodynamic sense'. 'A bacterium, swimming up a glucose gradient, and performing work cycles, is an agent, and glucose has value and meaning for the bacterium, without assuming consciousness. Of course, it is natural selection that has achieved this coupling. But teleological language has to start somewhere, and I am willing to place it at the start of life. Either here, or later in the evolutionary pathways, meaning and value arise in the biosphere. They too are ontologically emergent'. As we will see, the evolutionary appearance of sensation-consciousness also plays a key role in this emergence.

#### THE EMERGENCE OF CONSCIOUSNESS AND ITS QUANTUM ORIGINS

However, the fact is that consciousness has also arisen in living organisms. 'We are, in fact, conscious', states Kauffman. 'That is, we have experiences of the world. The philosophers call these «qualia». For years, philosophers of mind have tried to argue that such experiences are «ghosts in the machine». This is just false. We are, in fact, conscious. Whatever explains consciousness, it is clearly ontologically emergent'.

However, how can we explain the fact of this emergence? At the end of the day, the aim is to explain the causes of emergence, i.e. the causes (or real facts) that explain why in the animal world and in ourselves, the emergence of consciousness arose evolutionarily (and before sensibility).

Kauffman refers to three different answers to this question; however, we do not know with any certainty which (if any) is correct. The first response is the dualist one. The author refers to Saint Augustine, Schroedinger and Tibetan Buddhism. The second answer, which is the predominant view among cognitive scientists today, reduces the question to complex computer programmes. At heart, this is nothing more than the modern continuation of reductionism. The third answer, which is the one Kauffman himself espouses, refers to consciousness in a quantum medium produced by evolution in biological structures.

With this, Kauffman aligns himself with the general framework of quantum neurology, coming close (although he does not mention them in the text we are analysing here) to both the hypothesis posed by Hameroff-Penrose and the possibility of the existence of other quantum phenomena in living cellular tissue.

'The third view of mind and consciousness', says Kaufmann, 'which I tentatively favour, is that it is related to quantum behaviour. The standard physicists' answer is that quantum effects cannot occur at body temperature'.

‘However, recent theorems in quantum computing, and facts about cells cast doubt on this conclusion. The theorems show that, if measurements are made and work is done on a quantum computer, its qubits can remain «quantum coherent» when they should «decohere» towards classical behaviour. Thus, if work is done on a system, parts of it may remain quantum coherent at body temperature in principle. But cells do thermodynamic work and might be able to carry out such measurements and work to maintain some variables quantum coherent. Second, cells are crowded by proteins and other molecules, and the water between these molecules is largely ordered, not like an ordinary liquid. This may permit quantum coherence physically in cells. No one knows. It seems worth investigation in its own right. Meanwhile, my approximate theory is that mind is acausal, quantum mechanics is acausal on the familiar Born interpretation of the Schroedinger equation (to the grief of Einstein), that consciousness is due to a special state where a system is persistently poised between quantum and classical behaviour, that the emergence of classical behaviour in the mind-brain system, perhaps by decoherence, is the «mind making something actual» happen in the physical world, and —big jump— that consciousness itself consists in this quantum coherent state as lived by the organism. This is a long jump, but not impossible. I don’t even think it is stupider than other theories of consciousness, and may be true. Whatever the case, consciousness is ontologically emergent in this universe’.

#### KAUFFMAN AND THE TRENDS OF THE PHILOSOPHY OF BIOLOGY

These interesting considerations by a person of the stature of Stuart Kauffman reveal certain trends that are well worth highlighting:

1) His qualified positive assessment of the hypotheses of quantum neurology is indicative of a growing tendency to admit that this heuristic line is the best constructed (within its obscurity) and the one most able to explain the physical medium in which the sensibility-consciousness which emerged during the evolutionary process exists. Earlier we mentioned Margullis, who asked ‘where did the useful variation on which selection acts come from?’ Here, the answer would be: from the emergence of quantum states which supported sensation (probably in the unicellular world, perhaps with the appearance of the cytoskeleton and microtubules); subsequently, selection made more efficient sensitive systems possible in pursuit of optimum survival.

2) Kauffman understands perfectly that any assessment of quantum neurology is a mere question of science, and as such, is philosophically neutral. This is compatible with his atheist stance, in the sense of not leaning towards the acceptance of a personal God. Valuing the contributions of quantum neurology is merely the consequence of scientific honesty, which prompts us to try and explain the real phenomenological experience of our consciousness, or in other words, of that which constitutes society and human history. Kauffman is not concerned that accepting the relevance of quantum neurology hypotheses constitutes *eo ipso* an acceptance of theism.

3) Even from his decidedly atheist viewpoint, Kauffman steers his anti-reductionist and emergence stance towards a way of understanding our feelings of reverence towards a creative universe that he describes as sacred. His approach to the mysterious sacredness of nature is reminiscent of Einstein’s hotly debated religiousness.

‘God is the most powerful symbol we have created. The Spaniards in the New World built their churches on the holy sites of those they vanquished. Notre Dame sits on a Druid holy site. Shall we use the God word? It is our choice. Mine is a tentative «yes». I want God to mean the vast ceaseless creativity of the only universe we know of, ours. What do we gain by using the God word? I suspect a great deal, for the word carries with it awe and reverence. If we can transfer that awe and reverence, not to the transcendental Abrahamic God of my Israelite tribe long ago, but to the stunning reality that confronts us, we will grant permission for a renewed spirituality, and awe, reverence and responsibility for all that lives, for the planet’.

4) This ‘sacred’ emergence in the face of a nature that, surprisingly, points upward and which demands superior explanatory criteria that arise from the evolutionary creativity of the universe itself, demonstrates the increasing trend towards taking very seriously attempts aimed at overcoming

reductionism. Although Kauffman does not make the jump from this sacred nature to the hypothesis sustained by religious traditions of a transcendent God, modern theism is much more comfortable with the 'atheist' sacredness of Kaufman than with the reductionist robotism of the *ancien régime* of science. Theism is but the opening up of the last superior level that explains the ontological origin of life, sensibility and consciousness in the physical universe.

[Texto básico publicado en Tendencias21.net,  
por la Cátedra CTR, Escuela Técnica Superior de Ingeniería,  
Universidad Comillas, Madrid]

JAVIER MONSERRAT

# EMERGENCE AND TRANSCENDENCE IN PHILIP CLAYTON

## *His moderate ideas place him in an ideal position for dialogue*

JAVIER LEACH

Universidad Complutense de Madrid

**In his book *Mind & Emergence*, Philip Clayton explores the relationship between the emergentist vision of the human mind and the question of transcendence. The ongoing explosion of scientific knowledge in the 21<sup>st</sup> century will tempt many to conclude that no knowledge can exist beyond the boundaries of natural science, only opinion and sentiment. The debate presented by Clayton regarding emergence aims to offer one (although not the only) way of demonstrating that the equation between knowledge and natural science is far from exact. Our perception of there being any true knowledge when the issues at hand go beyond that which can be empirically proven by science may be tenuous. There are certain areas of knowledge, over and above the strict dividing line established by physics and biology, which remain open and which influence life.**

The debate on 'key' issues is now more urgent than ever as the human mind continues, in the era of science, to expand not only the limits of its knowledge, but also its knowledge of those limits themselves, refusing to be dominated by tradition, force or absolute authority. This domination may stem from philosophy, theology or religious traditions, or alternatively from the imposition of 'political correctness in science', all of which limit the critical freedom of individuals' use of reason. Philip Clayton (Philip Clayton, *Mind & Emergence*, from quantum to consciousness. Oxford University Press, 2004) aims to develop a Christian theology in constructive dialogue with metaphysics, modern philosophy and science. This task has prompted Clayton to write about the theory of knowledge, the history of philosophy and theology, the philosophy of science, physics, evolutionary biology and neuroscience, comparative theology and constructive metaphysics. As a theologian, Clayton embraces pantheism and has his own dialogue-based and pluralist view of process theology.

He rejects Dawkins' scientism, without falling into the trap of fundamentalism. Clayton's moderate stance opens up a series of complex and interesting questions within the field of science and religion, and steers clear of the full-on fight between warring factions. Philip Clayton is Ingraham Professor of Theology at Claremont School of Theology and Professor of Religion and Philosophy at Claremont University.

In the first part of his book, *Mind & Emergence*, Philip Clayton defends *strong emergence* as the most appropriate description of what occurs in the evolutionary process of the universe.

Supporters of *strong emergence* maintain that evolution has gradually produced new and different ontological levels in the cosmos, and that each of these new levels is characterised by its own laws, regularities and causal forces.

Those who defend weak emergence, on the other hand, insist that when new evolutionary levels appear, the causal processes of the first evolutionary level of physics remain in play. Although new emergent categories, such as, for example, protein synthesis, hunger or the desire to be accepted, may overcome the behaviour of other structures from lower levels, they are not, in themselves, considered new types of causes.

(Philip Clayton cites, among others, Samuel Alexander as a staunch defender of weak emergence and C. D. Broad as a supporter of strong emergence).

In his book, *Mind and Emergence*, Clayton defends strong emergence against the inadequacy of both *physicalism* and *dualism*. For Clayton, both physicalism and dualism overlook a crucial part of reality.

## THE INADEQUACY OF PHYSICALISM AND DUALISM

The aspirations of microphysical reductionism have failed. Indeed, in complete opposition to this approach, our world now has increasing numbers of different organisational levels, with each level being characterised by its own irreducible type of causal explanation. The conclusion is not that scientific study is futile or wrong, but rather that science reveals an ever larger world with more complex interactions between the diverse levels of organisation.

For its part, physics fails to consider the experience that humans have of themselves as conscious agents. Human beings not only experience the fact that they think, want and decide, they also experience the fact that their thoughts and desires are effective, that they do things and act effectively on the world around them. Clayton says he experiences himself as an effective conscious agent, who, for example, decides to change things when, after careful reflection, he decides to modify the last sentence he has just written, thus consciously sparking off a series of causes which prompt him to reread the last paragraph of his text, ask himself whether or not he is satisfied with it and think about whether or not it is true.

Dualism also fails to explain the increasing number of correlations which neuroscience has found between the states of the central nervous system and the states of consciousness. It is true that these neural correlates do not apodictically prove that dualism is false, in much the same way that neither do they prove that one day, we will be able to completely reduce consciousness to physiology; however, the findings of neuroscience suggest that consciousness is derived (partially at least) from a biological system which interacts with a series of physical, historical and (possibly) linguistic and cultural factors.

## THE EMERGENTIST ALTERNATIVE

Clayton's emergence is plural in nature. Consciousness is not the only emerging level. Indeed, to a certain extent, it is simply one of a long series of steps which characterise the evolutionary process. The human mind and consciousness represent a particularly interesting and complex evolutionary level, which encompasses humanity's whole intellectual, cultural, artistic and religious existence. However, consciousness does not represent any one single, absolutely new manifestation in the history of evolution; indeed, conscious phenomena share important similarities with other emerging realities that appeared in much earlier stages of said history.

*The thesis of Mind & Emergence is that the days of forced dilemma between physicalism and dualism are over*

A fairly common but nevertheless false point of view, in Clayton's opinion, is that there are only two basic ways of interpreting the world: the physicalist world-picture, and the dualist one. This erroneous belief is rooted in the confrontation between Newtonian physics and the metaphysical systems comprising Greek, Christian and medieval elements, which still remained dominant in the 17<sup>th</sup> century.

For Clayton, the current philosophical view of the world has three roots. The first is the revolution provoked in metaphysics by Kant, and sustained by German idealism and process philosophy. The second is the revolution provoked in the theory of knowledge by non-objectivist epistemologies, the contextual philosophies of science and the limits inherent to knowledge which were discovered within the different branches of science itself. And finally, the third root is the current debate on the dualism-physicalism dichotomy. In his book, Clayton focuses on this third root of philosophical debate, which is the consequence of the revolution provoked by evolutionary science.

Some of the theses of Clayton's emergentist vision are:

- (1) Ontological monism: at the end of the day, reality is made up of a single basic type of matter. However, for Clayton, ontological monism does not mean that the entities postulated by physics represent the entire inventory of everything which exists. Therefore, for Clayton, emergentism is monist, but not physivist.
- (2) The irreducibility of emergence: emergent properties cannot be reduced to phenomena which occur at a lower level. An important question for the theory of emergence is that of

when we can say that a new level emerges. Traditionally, 'life' and 'mind' have been taken as genuine levels of emergence. But emergence cannot be reduced to these two indisputable levels, since there may also be a considerable number of other emergence levels. In a recent book, the Yale biophysicist Harol Morowitz identified no less than 28 different levels of emergence from the big bang to the present day.

- (3) Downward causality: the downward causality of an emergent structure onto its constituting parts diverges from the standard philosophical treatment of causality in modern science. This concept of downward causality is a key point of Clayton's discussion of strong emergence.

*The theory of emergence is not just disguised dualism; rather, it requires certain modifications to both theism and traditional theologies*

The theory of emergence is not just disguised dualism, since it recognises that consciousness is, to a certain extent, nothing more than 'another level of emergence'. The theory of emergence has its own logic, and requires certain modifications to traditional theism and traditional theologies.

Clayton identifies eight characteristics of emergence:

- (1) Monism: there is a single primordial reality from which all other realities have evolved.
- (2) Hierarchical complexity: the world is hierarchically structured.
- (3) Emergentist monism: more complex units appear, formed on the basis of other, more simple ones.
- (4) Non-uniform emergence: diverse levels of emergence can be identified which are drastically different from each other.
- (5) Cross-cutting emergence patterns: the majority of emergence leaps share some similar characteristics.
- (6) Downward causality: new emergent objects appear as new causes which act on objects at a lower level.
- (7) Emergent pluralism: downward causality does not imply dualism, but rather pluralism (Clayton cites Morowitz, who proposes at least 28 levels of emergence).
- (8) The 'mind' as an emergent element: Clayton's proposal is that there is a two-way interaction between mind and matter, i.e. from mind to matter and from matter to mind.

Some levels of reality are susceptible to a determinist mathematical explanation (microphysics), others to explanations that are mathematical but not determinist (quantum physics), and yet others to explanations centred around the function and development of life structures (all branches of biology, from genetics to neurophysiology). However, at other levels of social and cultural science, laws play a less important role, with more idiosyncratic factors taking centre stage. As a result, in these levels, narrative tends to replace empirical measurement and prediction becomes more difficult. It seems that a large part of human beings' inner life, social interactions and creative expressions are based on this inner world. It is true that the different branches of social science may share their knowledge of social and cultural phenomena and thus increase their knowledge over time, and it is also true that natural science contributes to developing social science, but it does not do so as a mere extension of itself.

The scale of levels of complexity does not end here. People often wonder about the sense and meaning of their natural and social world. Here again, one level of explanations becomes part of a much broader whole. And again, thinkers are invited to join in the search for knowledge at a higher level. Is our ability to find answers enough to respond to all our questions? Cosmology itself asks questions it seems that physical science will never be able to answer completely: what is the origin of the big bang? Do multiverses exist? Why are there laws that are valid at all times and in all parts of the universe? In other words, when do we cross the line that separates the emergent mind from the transcendent mind? And when we do cross this line, have we reached questions that surpass all the answers we could possibly debate?

#### EMERGENCE AND TRANSCENDENCE

What are the links between metaphysics and mind? Clayton offers four different metaphysical approaches from which to tackle the problem of the emergence of the mind.

1. Physicalist approach: the mind appeared from matter. According to the physicalist hypothesis, the appearance of the mind was a happy coincidence. We do not hold beliefs about freedom, values, rationality and conscious choices because there are (physicalist) reasons for doing so, but rather because holding them helps us in some aspects of our personal or social life.

2. Contingent emergence: according to this approach, mental causation exists in nature and physicalism is false. There are different emergent levels in the evolutionary process, but emergence is a product of evolution that has no metaphysical consequences. According to this approach, the evolutionary process involves no conscious design or choice.

3. Necessary emergence: emergence is a necessary consequence, but its inevitability can be explained in a naturalist manner. Scientific reasons exist which delimit the possible results of evolution. However, these factors do not necessarily prove the existence of an intelligent designer. Scientists who believe in the necessary delimitation of the evolutionary process, within certain parameters, comprise theists, atheists and agnostics. This distinguishes them from those who defend the concept of an intelligent design, who use the scientific data of evolutionary process delimitation to prove the existence of God. For Clayton, the degree of contingency involved in the evolutionary process does not prove the existence of God. Thus, one may, for scientific reasons, believe that evolution is severely delimited from a scientific point of view, and yet remain agnostic.

4. Emergence open to the existence of an intelligent and transcendent being: i.e. the belief that the universe was created by an intelligent being who wanted the universe to be just as it is. Clayton calls this way of seeing things theism, and calls the being in which all theists believe 'God'. The novelty here is that until recently, theists believed that God must have predetermined the result of the world process, similarly to Laplace's demon. Laplace, with his Newtonian vision, believed that a demon could know the precise location and momentum of every atom in the universe at any moment. According to his theory, the demon would therefore be capable of predicting the state of things in the future, by creating the right particles in the right place at the right time, since both past and future were predetermined. Given the limitations of the current scientific way of understanding emergence, we do not know *how much* control the theist God has over emergence. Perhaps the divine agent established the physical conditions at the beginning of evolution, so as to ensure that life developed first, followed by conscious life as the result of a physical necessity. Or alternatively, perhaps God simply provided an ongoing creative impulse towards conscious life, without determining which type of life would appear. Arthur Peacocke has provocatively written that God is a composer who writes the general outline of the piece, but then leaves the musicians to finish developing it. The theologian Philip Hefner has introduced the idea that human beings are 'created co-creators' who collaborate with God in his creative work. Alfred North Whitehead defends a correlational model between man and God, which includes the idea of a 'divine lure' that coincides with the idea of emergence.

#### DIVINE ACTION

For Clayton, it is impossible to defend miracles in such a way so as not to contradict physics; however, there is a way of viewing the causal action of God that avoids said conflict: God acts at a quantum level (assuming that quantum events are ontologically indeterminate), causing the wave function to collapse in one direction or another, while still maintaining the total distribution of probability. In this case, no laws are broken. The problem is that we do not, and indeed cannot, know what actions are taken by God at this level. The physical approach also poses another problem: if the mental level is anomalous, in the sense that it is not governed by physical laws, then God has no way of influencing it, although he could make one thought more probable than another.

Miracles may be possible through a suppression of natural laws by God. However, this statement is not a solution to the problem of divine action. One may believe this at a specific subjective level, but one would still have to deny the objective level of physical laws.

The problem changes when dealing with human action. In the case of human thought and its resulting actions, there are no laws which completely determine the decision-making process. Needless to say, given the structure of the brain, an individual's life history and his or her environment, some responses are bound to be much more likely than others. But to what extent is divine action

similar to mental causes, assuming these are understood as emergent elements? Given that human actions are by nature unpredictable, there are no determining conditions that are broken when divine force acts upon them.

Here, emergentists encounter a dilemma: emergentist theory may help defend the concept of divine action, but only if the divine is constructed as a new emergent level in the evolutionary process. Samuel Alexander defends this point of view. For Alexander, God is not a pre-existent being, but rather a new type of property, 'the deity', which appears after a certain degree of complexification.

Looking back over history and seeing how God acts in human minds, two basic strategies can be identified. Each seeks to find a way to interrelate (among others) three levels of causality: physical causes, mental causes and divine causes. The first strategy constructs human beings in accordance with the model of the divine person (or persons); i.e. the biblical model of the creation of man in God's image. In this case, the interaction between man and God is not problematic at all, because both share the same nature. However, this interaction has its price: it states that the human spirit is different in nature from the physical world, which renders the mind-body interaction impossible. This solution is known as anthropology of the supernatural soul.

The second approach can be described as the naturalist vision of the human person, and sees the human person as a phenomenon that occurs naturally in the world. Here, both dualism and its associated epistemic and ontological problems appear in the relationship between human and divine causality.

Physics is where we most clearly observe behaviour governed by laws, and there, nothing leads us to believe that said laws are prompted by intention. Of course, the fact that a downward divine action is physically undetectable, does not make it impossible. Human actions, on the other hand, are prompted by intention and are justified by reasoning. While human science does not demand the presence of a transcendent agent, it does, however, leave room for one. Furthermore, the reference to a transcendent agent is natural when human beings start wondering about ultimate causes.

#### CONCLUSION: A NEW ANTHROPOLOGY AND A NEW THEOLOGY

In the study presented in this book, Clayton espouses a school of thought (as an example, see Clayton's work with Paul Davis) that is fairly widespread today in modern science: moving beyond physicalism (the 'reductionist' science) and dualism (the traditional anthropology in many religious and theological cosmologies), emergentism is seen as the best constructed and most easily acceptable supposition. However, in order to make any headway with this supposition, both reductionist and religious traditions need to adopt new stances: reductionism needs to move away from its mechanistic-determinist narrowness and theologies need to reformulate themselves on the basis of ontological monism. What theologies respond to these new needs for congruence with modern science? Clayton, as mentioned earlier, defends process philosophy-theology, but does not seem to be at all radical in his way of understanding those areas in which this theology has most trouble reconciling itself with the traditional orthodox doctrine of the Christian Churches (i.e. the idea of God the creator or the way in which we understand divine omnipotence and omniscience).

[Texto básico publicado en Tendencias21.net,  
por la Cátedra CTR, Escuela Técnica Superior de Ingeniería,  
Universidad Comillas, Madrid]

JAVIER LEACH



# MAJESTAD Y MISERIA DE LA TEORÍA DE CUERDAS

## *Frente a sus críticos cabe defender su legitimidad científico-metafísica*

GUILLERMO ARMENGOL  
Universidad Comillas de Madrid

Un artículo de Glenn Statile en *The Global Spiral* nos ofrece la ocasión de plantear un tema de actualidad científica que esconde la discusión de fondo sobre la tendencia de la física teórica en los próximos años. Es evidente que la teoría de cuerdas ha representado en los últimos treinta años una aventura científica extraordinaria que muestra algo que ya era claro para los epistemólogos de la ciencia: que ésta no consiste sólo en experimentos sino en construcción de teorías. La teorización es no sólo legítima, sino esencial e insustituible en la ciencia. El cansancio hacia la teoría de cuerdas se debe, ante todo, a la dificultad en hallar evidencias empíricas que permitan someterla a prueba, de acuerdo con los métodos experimentales ordinarios de la ciencia. Pero, en todo caso, pensamos que debemos defender —y esta es al parecer la posición que sostiene también Glenn Statile— la legitimidad y necesidad no sólo científica, sino incluso metafísica de una especulación teórica (u otra similar) del orden de lo que ha sido la «teoría de cuerdas».

¿REPOSA EL MUNDO SOBRE UNA CUERDA?

Quizá alguien pudo pensar que cuando Frank Sinatra hace unos años cantaba que «sostenía el mundo sobre una cuerda», apoyaba uno de los proyectos teóricos más importantes de la física de los últimos veinte años del siglo xx. Lo más probable es que Sinatra no conociera la existencia de la teoría de cuerdas. Sin embargo, sí es un hecho que la doctrina políticamente correcta de las últimas décadas ha creído que nuestro mundo, en efecto, se sostiene en unos eventos primordiales que conocemos como «cuerdas» o «supercuerdas». Sin embargo, una ola de recientes críticas a estos complejos supuestos teóricos, nos obliga a preguntarnos, ¿ha comenzado ya la decadencia de la «teoría de supercuerdas»?

Glenn Statile pertenece a la St. John' University de Nueva York. Su campo de especialización es la historia y filosofía de la ciencia; en esta perspectiva se ha introducido en la reflexión sobre relaciones entre la ciencia y la religión, entrando en contacto con el *Metanexus Institute for Science and Religion de Philadelphia*, editor de *The Global Spiral*. En su reciente artículo *The Majesty and Misery of String Theory*, Statile se hace eco de las recientes críticas a la teoría de cuerdas, pero defiende la posición de que, más allá de estas críticas, por descontento respetables, esta teoría es legítima, aunque quizá por su falta de falsabilidad experimental pueda considerarse la conveniencia o no de llamarla científica. En nuestra opinión, la especulación teórica forma parte intrínseca de la ciencia, ya que ésta no es sólo investigación puramente empírica. Primero, no tenemos pruebas de que la teoría de cuerdas no sea en último término correcta y en el futuro en alguna manera constatable. Segundo, plantearse un proyecto del orden de la teoría de cuerdas es necesario para la ciencia y su importancia va incluso más allá de lo científico para proyectarse también sobre lo metafísico y lo religioso.

En nuestra opinión, la opinión de Statile es matizada, permite acceder al problema de fondo que hoy se plantea y es digna de comentario, aunque en algunos aspectos deba ser también discutida. Nosotros creemos que, en efecto, la teoría de cuerdas ha nacido de una necesidad teórica de la ciencia. Las preguntas que la han hecho nacer tienen sentido; pero si se llega a considerarla una respuesta inviable, sería necesario especular sobre las alternativas de repuesto. Sería muy difícil que esas nuevas alternativas —u otros campos de la física— no hicieran uso, en alguna manera, de una parte sustancial de la especulación producida en teoría de supercuerdas (sobre todo matemática) que, en este sentido, no habría resultado históricamente inútil.

## CIENCIA REAL O CIENCIA FICCIÓN

Para Statile es quizá una actitud excesivamente crítica y poco elegante decir hoy que la teoría de cuerdas es una teoría desorientada que camina hacia no se sabe donde. Es verdad que podría ser un cuento desmesurado con un complicado argumento matemático ya casi inasequible. Pero podría ser también un intento justificado por hallar la esencia de la realidad material en sus niveles más profundos y primigenios; es decir, los bloques básicos de la naturaleza en su proceso germinal primigenio. Un intento, en definitiva, de proponer una teoría sobre aquellos eventos primordiales que sucedieron en dimensiones microfísicas mucho más allá de la era de Plank; es decir, en aquellos niveles en que la realidad nace como vibraciones primigenias que hubieran producido más adelante las primeras formas corpuscular-ondulatorias ya en alguna manera detectables en el mundo asequible a la investigación científica ordinaria, respaldada por evidencias empíricas controlables.

Por otra parte, las hipótesis y conjeturas primordiales de la teoría de cuerdas —o mejor, el conjunto de diferentes teorías de cuerdas existentes— han conducido a establecer complejas propuestas teóricas sobre las variables y dimensiones que serían necesarias para describir este nacimiento y evolución de las vibraciones primordiales. Al atribuir valores cuantitativos a esta compleja estructura de dimensiones físicas, concebidas teóricamente, la teoría de cuerdas ha conducido a extenderse hacia la llamada Magic-Theory (teoría M) en que se unificarían todas las teorías y se especularía, para muchos exóticamente y más allá del sentido común, con la existencia paralela de múltiples universos causalmente separados y aislados del nuestro. Es sabido que la actual teoría de multiversos tiene en su referencia a la teoría de cuerdas uno de sus apoyos especulativos más firmes. Sin embargo, para muchos se ha ido cayendo en una especulación desmedida y pintoresca que nos introduce en la imaginación de «mundos inverosímiles» cuya existencia es difícil de aceptar.

De esta manera, sin esperanzas de hallar comprobaciones empíricas y en deriva hacia ese derrotero especulativo hacia «mundos inverosímiles», la teoría de cuerdas, después de treinta años de esforzado trabajo y de imponer la ley de lo «políticamente correcto», parece haber entrado en una nueva situación en que «le crecen los enanos por todas partes». Algunos creen que David Hume hubiera recomendado que la teoría de cuerdas fuera arrojada a las llamas, junto con otros dudosos y excesivamente teatrales ídolos de la razón (*mind*).

«Podemos aventurarnos a decir, afirma Statile, que la teoría de cuerdas es al mismo tiempo miserable y majestuosa como teoría de la realidad material». Miserable, en el sentido de llena de deficiencias, por su falta de confirmación experimental y por su imaginación desbordada que roza para muchos la frontera hacia lo inverosímil. Majestuosa por su impresionante ambición de constituir una reconstrucción racional completa de la génesis de la realidad material. Pero para Statile esta majestuosidad podría tener, más allá de lo científico, incluso una proyección metafísica más profunda.

«Si la teoría de cuerdas fuera en alguna manera capaz superar sus muchos problemas, entonces para los creyentes religiosos su verdadera majestuosidad consistiría no meramente en su capacidad explicativa en relación a la realidad material, ni en su exitosa unificación de todas las fuerzas naturales incluyendo la gravedad, sino en que podría constituir posiblemente una profunda señal material hacia una realidad que no es de este mundo. Sin embargo, aun sabiendo que la teoría de cuerdas puede ofrecer soluciones científicas a problemas científicos, todos sabemos también que ninguna teoría puramente científica puede nunca ofrecer nada que se acerque a un sólido fundamento metafísico». Statile entiende, pues, que la reflexión que lleva la teoría de cuerdas hacia la metafísica no es ciencia sino filosofía.

Para Statile, por tanto, está claro que la teoría de cuerdas por sí misma no permite extraer consecuencias metafísicas que pertenecen a otro tipo de discurso. Las consideraciones de Statile, que expondremos más adelante, se internan en esa reflexión que, más allá de lo puramente científico, se introduce en lo metafísico y lo religioso.

«Mi intención en este ensayo es la de mediar entre ambas caras de la moneda de la teoría de cuerdas, la miserable y la de su posibilidad de ser majestuosa. Primeramente tomaré partido por aquellos que mantienen que la teoría de cuerdas no merece el *status* de una teoría científica, pero, en segundo lugar, pondré en consideración las credenciales de la teoría de cuerdas en relación con el ámbito de la religión».

## CUANDO LA MATEMÁTICA SE ENMASCARA DE CIENCIA

Edward Witten fue uno de los grandes maestros de la revolución de las cuerdas en sus primeros tiempos. Hace ya veinte años hizo la sugerencia de que la teoría de cuerdas era futurista, viéndolos como una especulación del siglo XXI que accidentalmente trataba de gestionar su entrada en la ciencia a destiempo. Ni siquiera la matemática necesaria para la teoría de cuerdas había sido inventada en el tiempo de su nacimiento. Nació además de forma muy distinta a la teoría de la relatividad, sin una idea clara del modelo de realidad que debía describir matemáticamente.

«Mientras que Einstein aplicó la geometría no-euclídea de Riemann para dar expresión a su intuición previa de una equivalencia física entre aceleración y gravedad, la teoría de cuerdas fue introducida como una teoría matemática todavía en busca de una intuición física análoga a la que había guiado a Einstein», nos dice Statile.

La matemática es ciertamente un poderoso instrumento para la descripción del mundo. Pero una cosa es la matemática, otra el mundo físico y otra la capacidad de la matemática para modelizarlo. «En el caso de la teoría de cuerdas el escepticismo surge muy pronto para todo aquel que busca corroborar los fantasmas intoxicadores de la imaginación matemática», nos dice Statile.

## LA TEORÍA DE CUERDAS Y SUS CRÍTICOS

Debemos recordar el dicho de que la ausencia de evidencia no es evidencia de la ausencia. Así, la teoría de cuerdas no es refutada simplemente por el hecho de que sus predicciones no hayan sido confirmadas por la ciencia experimental. Sin embargo, cosa que no pasaba tiempo atrás, la creciente lista de sus críticos es hoy impresionante.

El premio Nobel Sheldon Glashow habló contra «lo que vio como “mágicas coincidencias” y “milagrosas supresiones” que toman forma en la teoría de cuerdas y que la hacen parecer como si la matemática y la estética suplantarán y trascendieran el experimento». «Lawrence Krauss, de la *Case Western Reserve University*, de Cleveland, se refiere a la teoría de cuerdas como un “colossal error”. El reciente libro de Lee Smolin titulado *The Trouble with Physics: The Rise of String Theory, The Fall of a Science, and What Comes Next*, puede servir como antídoto a los muchos libros y artículos de los últimos años han servido una dieta continua de ideas prometedoras todavía incumplidas, dirigidas por ahora a un público científico aturdido de tanto oír hablar de las cuerdas. Pero ha sido quizá el conocido *enfant terrible* de la física, Richard Feynman, el más impactante de todos en su denuncia de las deficiencias empíricas de la teoría de cuerdas al indicar que “los teóricos de cuerdas no hacen predicciones, sólo ofrecen excusas”. Murray Gell-Mann se refirió a la teoría de cuerdas como una mostruosidad matemática en la forma de un *self abuse*, aunque es verdad que en otras ocasiones fue más conciliador. La teórica de partículas de Harvard Lisa Randall, al igual que Leonard Susskind, han ido también muy recientemente severos críticos de la teoría de cuerdas. Frente a la situación que, en los últimos años, ha venido imponiendo en ámbitos universitarios y de investigación el dogma «políticamente correcto» de la teoría de cuerdas, es hoy creciente el número de científicos de primera línea —sin olvidar a Penrose— que han expuesto y siguen exponiendo sus objeciones rigurosas a la teoría.

Ni siquiera como pura concepción matemática está la teoría de cuerdas libre de problemas. Su complejidad matemática la reduce a una búsqueda de soluciones aproximadas a ecuaciones aproximadas. Una teoría que permite múltiples versiones que llevan además a más de  $10^{500}$  soluciones alternativas posibles debe enfrentarse ciertamente con el principio taxativo de la navaja de Ockam. Esto ha llevado a la necesidad de unificar y concebir una macroteoría de cuerdas, la Magic Theory (teoría M), no menos fantástica, de la que las múltiples versiones de la teoría de cuerdas podrían derivarse. Múltiples universos serían posibles. El nuestro sería sólo la realización de una de estas posibilidades; pero no el único universo, puesto que se postularía la existencia de un cuasi-infinito número de universos paralelos. La viabilidad real de probar esta cadena de supuestos altamente imaginativos son en la práctica imposibles de alcanzar. No sólo ahora, sino también en el futuro. Ni siquiera en los proyectos europeos para la experimentación en colisión de partículas (CERN) queda claro lo que se podría constatar, cómo se debería interpretar y si en realidad constituiría una evidencia indirecta de la teoría de cuerdas.

Como Lee Smolin ha observado, la astronomía tolemaica produjo en su tiempo importantes avances en matemáticas y en el diseño de instrumentos astronómicos. Sin embargo, estos avances no bastaron para convencernos de la conformidad entre la teoría y la naturaleza; la teoría tolemaica, en efecto, acabó mostrándose como incorrecta. La teoría de cuerdas ha producido igualmente avances matemáticos incuestionables, aplicados en diversas ramas de la física. Pero esto no es ninguna garantía de que la imagen de la realidad física que nos ofrece, o sea, la teoría en su conjunto, acaben por confirmarse como correctos. La teoría de cuerdas podría desaparecer como desapareció la teoría tolemaica. En la actualidad no hay evidencia de que la teoría de cuerdas sea falsa, pero tampoco hay evidencia de que describa correctamente la realidad. ¿No sería mejor dejar que la teoría de cuerdas muriera con dignidad, manteniendo su *status* como especulación de alto nivel, para situar la ciencia con realismo en el marco de lo verificable?

#### TEORÍA DE CUERDAS, METAFÍSICA, TEÍSMO

Teorías científicas de la ambición de la teoría-del-todo (*Theories of Everything*) o de la teoría de cuerdas (que en el fondo es también una teoría del todo) llevan el conocimiento humano a las fronteras del conocimiento natural. En ellas se especula con el nacimiento mismo de la realidad física, ya en sus fronteras ontológicas con lo absoluto, la ultimidad metafísica y la posible existencia en esa dimensión trascendente que se afirma en el pensamiento teísta.

Para Statile, «la teoría de cuerdas tiene la fuerza de llevarnos al momento en que lo natural y lo sobrenatural o bien entran en contacto, o bien se refuerzan uno a otro. Para la gente religiosa la teoría de cuerdas, en caso de que fuera ciencia de *bona fide* y últimamente correcta, no puede ser anatema para la religión. Como Ralph Waldo Emerson señala: la religión que teme a la ciencia es un insulto a Dios y comete suicidio».

Gerald Clever de la Baylor University, importante teórico de cuerdas, escribe que «la teoría de cuerdas, si es correcta, nos enfrenta con los trazos de la obra de Dios en la creación. Más que la música de las esferas, toda la creación está literalmente compuesta por la música de las cuerdas». Clever nos describe así la majestuosidad «teísta» de la teoría de cuerdas.

Leonard Susskind, uno de los arquitectos iniciales de la teoría de cuerdas, se ha convertido también en defensor de una nueva evocación del Principio Antrópico fundado en la teoría de cuerdas. ¿Significa esto que un diseño teleológico, obra de un desconocido autor, debiera inscribirse en la fábrica del universo? «Para Susskind, nos dice Statile, el mecanismo conocido como inflación incesante, que representa una reproducción exponencial del espacio que engendra universos nacientes, unido al pleno desarrollo de la *Magic Theory*, no sólo permite, sino incluso exige un horizonte consistente en un indescribible, pero finito, número de universos en los que la probabilidad impone que el surgimiento de un universo apto para producir vida inteligente sea prácticamente igual a 1».

Para Statile la posición de Susskind es probablemente «antrópica» sólo en el nombre. «Sin embargo, apunta la necesidad teísta de permitir la posible existencia de muchos más niveles intermedios de causas eficientes que los descubiertos hasta ahora, si se intenta dar cuenta del ajuste preciso de varias constantes y otros parámetros físicos situados entre nuestra realidad cósmica presente y su primigenio origen causal». Susskind pensaría, pues, que el diseño del universo supondría el diseño de un proceso más amplio de multiuniversos que acabaría produciendo el preciso ajuste de nuestro universo real apto para la vida. El diseño de un universo antrópico por Dios implicaría así el diseño de un proceso generador de multiuniversos. Sin embargo, la pregunta que parece quedar planteada por Statile es si ese universo singular situado en un horizonte de multiuniversos necesitaría un diseño en sentido teísta. Por esto considera Statile que el análisis de Susskind podría ser «antrópico» sólo de nombre.

Statile considera que hay otra forma de conectar la teoría de cuerdas con la metafísica teísta: es la consideración de que las cuerdas no son «cosas materiales». Las partículas materiales resultan de la vibración de las cuerdas. Pero para los teóricos de cuerdas, éstas no son partículas puntuales; por tanto, para Statile es fácil concluir que deben ser algún tipo de componentes esenciales, pero en ningún caso materiales, del universo. Así, Gerald Clever entiende también las cuerdas como pura energía. Para Michio Aku la materia, siguiendo a Einstein, sería una condensación de ener-

gía. La equivalencia materia-energía no debería ser entendida, pues, como una equivalencia cualitativa. Statile cree poder citar a Brian Green para decir que las cuerdas energéticas serían fundamentales para la materia, pero no serían ellas mismas «materiales».

Statile recuerda finalmente que los filósofos presocráticos aportaron ya la idea de que la materialidad no es suficiente para explicar la existencia del mundo material. «La primera crítica filosófica sería del materialismo fue por descontento Anaximandro que sostuvo que el *Apeiron* inmaterial era la última fuente de la realidad material. Incluso los mismos ultra-materialistas filósofos atomistas debían suponer la existencia de un vacío real, aunque inmaterial, en el que los átomos podían tener marco suficiente en el que colisionar». «En obras como *Philosophical Problems of Quantum Physics* y *Physics and Philosophy*, Werner Heisenberg insistió en documentar sus dudas sobre el carácter material de las partículas elementales. La teoría de cuerdas, por tanto, pone de manifiesto el error de la creencia fundamentalista del materialismo acerca de que nada existe fuera de la materia y de sus diversas manifestaciones. Hace años que Gilbert Ryle intentó argüir a favor del materialismo al negar el supuesto de un fantasma en la máquina. Si la teoría de cuerdas prevaleciera eventualmente, entonces esta negación podría mostrarse como falsa, no precisamente porque no haya ningún fantasma, sino porque, en último término, no habría ninguna máquina».

#### PRECISANDO ALGUNOS CONCEPTOS

Las reflexiones de Statile se hacen eco, en efecto, de la actual discusión sobre la teoría de cuerdas. Son un buen hilo conductor para entender cuáles son los problemas que hoy afectan a una teoría tan compleja. Sin embargo, la dificultad misma de valorarla y emitir un dictamen crítico, así como las opiniones de Statile, nos llevan a concluir con algunas observaciones:

1) La ciencia debe explicar, o sea, conocer las causas que han llevado al universo físico de nuestra experiencia. Se ha explicado hasta ahora por teorías no unificadas como la relativista y la cuántica. Si los supuestos considerados en el «modelo cosmológico estándar» sobre la naturaleza del *big bang* (fundados en una argumentación empírica y contrastables en alguna manera) no bastan para explicar cómo nació el universo (armonizando lo relativista y lo cuántico) la ciencia debe especular y establecer hipótesis sobre la génesis de un universo cuántico-relativista. La dificultad en constreñar hipótesis tan especulativas no les quita legitimidad como ciencia teórica. Si el macroconstructo especulativo-teórico de la teoría de cuerdas no gustara (quizá por su difícilísima —o imposible— contrastabilidad, por su intrínseca complejidad, o por sus supuestos inverosímiles), habría que buscarle alternativas mejor construidas y, sobre todo, más simples (*twistors* de Penrose, *loop quantum gravity*, u otras que puedan proponerse).

2) No creemos apropiada la argumentación de Statile cuando dice que las cuerdas nos llevarían a una realidad que no es de este mundo, o que las cuerdas no son cosas materiales. Ya en la física de principios de siglo xx estaba claro que la realidad física se manifestaba de dos maneras: como cuerpos (digamos «materia») y radiación (fenómenos de campo, calor, electromagnetismo, luz). Ambos fenómenos, que la mecánica cuántica unificó en la dualidad corpúsculo-onda, forman parte de este mundo y de la realidad física. La radiación, aunque no sea «cuerpo material», puede encapsularse y producir partículas-cuerpos (así sucede en los instantes posteriores al *big bang*, tal como reconstruye el modelo cosmológico estándar). Creemos que esto mismo debería aplicarse a las hipotéticas supercuerdas. La vibración, incluso en los germinales supuestos de la teoría de cuerdas, sería materializable y formaría parte de los constituyentes reales de este mundo físico. Otra cosa es que los fenómenos de campo, como la «coherencia cuántica», se consideren hoy más aptos para explicar la naturaleza del psiquismo. Pero el psiquismo sería «de este mundo» y tendría propiedades derivadas de la ontología de la «materia» corpuscular-ondulatoria «de este mundo».

3) Parece correcto advertir que al entender el universo a partir de ciertos eventos vibratorios (no corpusculares), bien en la teoría de cuerdas o en la teoría cuántica ordinaria, se contempla su génesis y su disolución. Al estar construida la estructura consistente del universo sobre esta estructura finísima de eventos inconsistentes (que en su orden primigenio más pequeño serían las cuerdas) parece necesario que la teoría necesite un «fondo de referencia» (del que brotan y en el que se diluyen) estas vibraciones en un campo que van construyendo el universo ordenado. Este «fondo o

campo físico real» se ha entendido bajo las más variadas formas conceptuales: ápeiron (Anaximandro, que menciona Statile), vacío cuántico, fondo de energía, éter, espacio, orden implícito, etc. Este fondo se conceptua como realidad física, material en germen (porque genera las vibraciones que producen la materia fermiónica del mundo diferenciado y estable de los cuerpos), y pertenece para la ciencia física a «este mundo». Pero es comprensible que, la argumentación filosófica teísta (no científica) relacione e interprete esta ontología física «de fondo» con la ontología divina. En este sentido es comprensible que la nueva ontología de la física haga al pensamiento teísta más verosímil la existencia de esa realidad fundante trascendente e inmanente (panenteísta) que llamamos «Dios».

4) Si la teoría de cuerdas acabara por confirmarse y debiéramos pensar que el universo de ha formado a partir de un fondo físico en el que han ido produciéndose alteraciones vibratorias que han dado origen puntual a indefinibles multiuniversos (universos burbuja), esta concepción de las cosas sería también conciliable con un pensamiento teísta, aunque es claro que la hipótesis atea sería también obviamente posible. La física entendería, en el ateísmo, que ese «fondo de energía» del que brotan los multiuniversos sería pura «realidad física». Pero el teísmo, pues, podría entender alternativamente, dentro de su interpretación, que el diseño que conduce al hombre es el diseño «antrópico» de la producción de multiuniversos, tal como parece concebir Susskind. Pero si la realidad física fuera en efecto obra de una Divinidad creadora, siempre parecería más fácil, aplicando el criterio de la navaja de Ockam, que Dios hubiera creado un universo único cuyas constantes y variables respondieran por diseño al ajuste preciso necesario para producir un universo antrópico que produce al hombre (o sea, el nuestro). Sin embargo, aunque el universo creado fuera único en realidad, sin embargo, el hombre racional desde el interior de ese universo, podría concebir hipotética y especulativamente la existencia posible de multiuniversos (cuya existencia real nunca llegaría a probarse porque en realidad no existen).

[Texto básico publicado en Tendencias21.net,  
por la Cátedra CTR, Escuela Técnica Superior de Ingeniería,  
Universidad Comillas, Madrid]

GUILLERMO ARMENGOL

# FRANCISCO DE ASÍS Y LA ECOLOGÍA

## *Actualidad de su experiencia de fraternidad cósmica*

EDUARDO GARCÍA PEREGRÍN

Departamento de Bioquímica y Biología Molecular I,  
Universidad de Granada

**Generalmente se ha considerado que el «Cántico de las criaturas» representa uno de los logros más importantes de la espiritualidad de Francisco de Asís, en el que puso de manifiesto una profunda reconciliación entre el cielo y la tierra, entre la vida y la muerte, entre el universo y Dios. A pesar de estar escrito en el siglo XIII, todavía se tiene como una de las joyas de la poesía occidental y de la mística de la naturaleza.**

Se trata del canto de un hombre que durante toda su vida luchó para lograr un poco más de fraternidad entre sus conciudadanos y para que se hiciera visible la humanidad de Dios. Francisco aprendió a contemplar los seres vivos y las cosas de una forma ingenua, sencilla, fraterna. Dejó de verlos desde el ángulo de su valor comercial, como se hacía en su tiempo y se sigue haciendo en gran parte hoy, para considerarlos criaturas de Dios y, por tanto, dignos de interés por sí mismos. Francisco cantó para mostrarles a los hombres la tierra fraternal, liberada del dominio del dinero y de toda servidumbre.

### LA FRATERNIDAD CON LAS PERSONAS

Todas las biografías más antiguas de Francisco coinciden en destacar la estrecha unión que establecía con todas las personas y todas las cosas. Pero este torbellino de fraternidad no nació de un modo intemporal, sino que coincide con la revolución social que se estaba produciendo en su tiempo y con la revolución personal que supuso su encuentro con los pobres y los leprosos. En este sentido, se cuenta que pasó tres años dedicado a atenderlos a la vez que restauraba la capilla de San Damián, hasta que un 24 de febrero, festividad de San Matías, escuchó el evangelio de la misión de los Doce (Mt. 10,5-10) y comprendió que Dios no le pedía que restaurara iglesias ruinosas, sino la Iglesia viva y sus ruinas humanas... Y el Señor le dio hermanos, con los que fundó su primera fraternidad. Era la primavera de 1208.

### LA FRATERNIDAD CON LAS CRIATURAS

Francisco amplió su fraternidad fuera de los límites de lo humano para llegar al mundo de los animales y al mundo de los vegetales. Todas las biografías escritas en los años siguientes a su muerte destacan unánimemente la amigable unión que Francisco establecía con todas las criaturas. La fraternidad en Francisco no sólo se humaniza, sino que se hace universal. Son múltiples los detalles que se nos han transmitido sobre cómo Francisco vivía esta fraternidad: en su trato con las plantas, con los animales, etc. Así, sus biógrafos señalan que andaba sobre las piedras en atención a Aquél que se había llamado piedra a sí mismo; recogía las babosas de los caminos para que no fueran pisadas por la gente; daba miel y vino a las abejas en el invierno para que no muriesen de frío y de hambre. Con su enorme optimismo, prestó al mundo un servicio inapreciable que los poetas y demás hombres tendremos siempre que agradecer. Y esto, en una época en la que especialmente los cátaros habían despertado las sombras del maniqueísmo, considerando intrínsecamente mala a la materia.

### LA FRATERNIDAD CÓSMICA

Francisco dio un paso más en el concepto de fraternidad. Ya no se trataría sólo de las criaturas vivientes, sino que amplió el círculo a todo el cosmos, a toda la creación. Y no solamente a la creación

material, sino también a la inmaterial pero existente y, por tanto, también hermana. Como veíamos al principio, la demostración más elevada de ese sentido de fraternidad cósmica lo podemos observar en el «Cántico de la criaturas». En este cántico, Leonardo Boff ha querido ver, sobre todo, una síntesis afortunada entre ecología interior y ecología exterior. Su estructura revela el encuentro de la unidad global, entrecruzándose dos líneas: una vertical en la que se dirige a Dios y otra horizontal en la que estima que, si por nuestra minoridad no podemos hablar directamente con Dios, sí podemos hacerlo con las criaturas en las que Francisco ve la presencia de Dios, considerándolas sacramentos de Dios. Así, la primera estrofa va dirigida directamente a Dios y las siguientes también a Dios, pero por medio de las criaturas, organizadas en parejas masculinas-femeninas: el sol y la luna, el viento y el agua, el fuego y la tierra. El Dios al que Francisco se dirige es un Dios pequeño a pesar de su magnitud; no es un Dios lejano, sino que es un Dios cercano. Sin embargo, en su minoridad, Francisco percibe que no puede cantar directamente a Dios; por eso lo hace a través de las criaturas. Así canta al hermano sol al que lo considera señor, pero como también ha sido creado por Dios, no deja de ser hermano. Y lo mismo a la luna, al viento, al agua, al fuego y a la Tierra, considerada por Francisco como madre, pero que por haber sido creada por Dios es también hermana. Finalmente, la hermana muerte corporal, a la que no teme, sino que la considera una hermana que viene a abrirle las puertas de la eternidad. Por eso, Francisco se abraza a la muerte porque es una hermana, portadora de una vida más amplia e inmortal. No hay por qué temer; podía abrazarla. Francisco acaba su vida reconciliándose así con la muerte.

#### FUNDAMENTOS DE LA FRATERNIDAD EN FRANCISCO

Simplificando mucho las cosas, podríamos decir que lo que fundamenta el concepto y la vivencia de la fraternidad en Francisco es su imagen de Dios y su imagen del hombre y, especialmente, la relación entre ambas. Francisco no fue un teólogo ni mucho menos. Él se consideraba un iletrado; por eso nunca pretendió ejercer de teólogo. Sin embargo, es interesante destacar que el Dios de Francisco es un Dios Padre, un Dios cercano, el «abba» de Jesús. Es un Dios débil y pequeño, pero que asumió nuestra condición para mostrar la grandeza de la condición humana. Es un Dios Padre creador de todas las cosas, a las que ama porque las ha creado buenas, como podemos leer en Sab. 11. Por otra parte, se ha dicho que la antropología de Francisco está cargada de dimensiones teológicas, por la cercanía que encuentra entre el hombre y Dios o entre Dios y el hombre. Para Francisco, el hombre es fundamentalmente un hermano, sobre todo un hermano menor, siervo y al vez cortés, libre porque es pobre, alegre con la alegría de sentirse en comunión con la creación, compasivo y misericordioso, etc.

#### ACTUALIDAD DE LA EXPERIENCIA DE FRATERNIDAD CÓSMICA EN FRANCISCO

De acuerdo con E. Haeckel, su primer definidor, la ecología es el estudio de la inter-retro-relación de todos los seres vivos y no vivos entre sí y con su medio ambiente. Por tanto, no se trata de estudiar por separado el medio ambiente y los seres vivos y no vivos, sino hacerlo desde la globalidad de su interacción mutua. Cada vez está más aceptado que un ser vivo no puede ser considerado aisladamente como un simple representante de su especie, sino que tiene que verse en relación y en equilibrio con los demás representantes de la comunidad de vivientes y con las condiciones en que se desarrollan. De aquí que, en la actualidad, se suelen distinguir tres niveles o tipos de ecología:

- a) Una ecología ambiental, que trata del medio ambiente y de las relaciones que los seres vivos, especialmente el hombre, establecen con él.
- b) Una ecología social, que se ocupa de las relaciones derivadas de la consideración del hombre como un ser social.
- c) Una ecología mental, que se fundamenta en el hecho de que la naturaleza no es algo exterior al ser humano, sino interior; es de la mente de donde surgen los patrones de comportamiento que se concretan en actitudes de defensa o de agresión a la naturaleza.

## LA ECOLOGÍA AMBIENTAL EN FRANCISCO DE ASÍS

La Declaración de Río de Janeiro de 1992 acabada diciendo que la salvación del planeta y de sus pueblos, de hoy y de mañana, requiere la elaboración de un nuevo proyecto de civilización que debe ser construido sinérgicamente por todos. La ecología no puede reducirse al campo «verde» de la naturaleza, sino que se basa en las relaciones que todos los seres, principalmente los seres vivos, mantienen entre sí y con su entorno. Por eso se ha dicho que hoy hemos llegado a un punto en que o nos salvamos todos o nos perdemos todos.

La visión moderna del mundo que nos está proporcionando la física cuántica, la biología molecular o la propia ecología nos debe llevar a comprender que todo tiene que ver con todo, que estamos envueltos en una red de relaciones y que nada ni nadie existe fuera de esas relaciones. Según la física cuántica, toda la materia del universo deriva de las mismas partículas elementales de las cuales sólo cuatro parecen ser estables: el protón, el electrón, el fotón y el neutrón. Como resultado de la atracción de las cargas opuestas de los protones y electrones surgen los átomos. Como diría F. Betto, «lo que sustenta al átomo es una cuestión de amor». A su vez, de la combinación de los átomos surgen las diferentes moléculas de que está hecho todo nuestro mundo. El agua está formada por un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno; al aire está formado por átomos de nitrógeno, oxígeno, carbono, hidrógeno, etc. La tierra, las plantas, los animales... todo está formado por átomos mantenidos por esa especie de amor o atracción básica.

A escala celular, la bioquímica y la biología molecular nos están diciendo que cada una de las miles de moléculas que existen en cada una de nuestras células tiene una estructura determinada que hace que sea la más apropiada para llevar a cabo una función determinada, de tal modo que entre ellas se establece una relación que las hace a todas igualmente necesarias y que, a su vez, se encuentra perfectamente regulada para que funcionen como un «todo» orgánico y armónico. Pero no olvidemos que cada molécula es el resultado de un «abrazo amoroso» entre sus átomos constituyentes, y que, a su vez, las moléculas se funden en otro «abrazo amoroso» para formar las células, y éstas igualmente los tejidos, los órganos y los sistemas de un organismo.

Por otra parte, dada la complejidad de los seres vivos, cada día está más aceptado en el campo de las ciencias de la vida lo que se ha dado en llamar el «principio hologramático», que viene a decir que en las partes está presente el todo y el todo está en las partes. Por eso, el sentido actual de ecología implica el pensar siempre holísticamente, convenciéndonos de que la totalidad no es sólo la suma de las partes, sino fundamentalmente la interdependencia orgánica de todos los elementos. La ecología actual tiene que ser holística o no será ecología. La ecología se entiende hoy como relación, de tal manera que no existe nada fuera de la relación, porque todo tiene que ver con todo, en todos los momentos y en todas las circunstancias.

Este sentido relacional está también presente en la antropología actual. Se ha definido el hombre como un nudo de relaciones, en todas las direcciones: hacia lo alto, hacia Dios; hacia los lados, hacia sus hermanos; hacia abajo, hacia la tierra; hacia dentro, hacia su corazón.

Pues bien, en este ámbito es donde se mueve Francisco de Asís. Pero con algo añadido. Para Francisco, el hombre no es sólo un nudo de relaciones sino que es un nudo de relaciones cordiales. La cordialidad es una característica fundamental de Francisco: todo está unido a su corazón. Eso da lugar a que su experiencia de fraternidad represente el más vivo ejemplo de una antropología de relación y, sobre todo, de cordialidad con todos los seres. Es una antropología que sabe sentir el corazón de las cosas, para lo cual es indispensable entrar en sintonía con ellas viviendo la fraternidad universal y cósmica. No se trata solamente de que el otro esté allí y nosotros aquí, por muy cercanos que estemos. Es que tenemos que convertirnos en el otro, transformarnos en el otro, lograr una fusión mística con las demás realidades, vivir una experiencia de identificación con el otro. Se trata de convivir, con-sentir, com-partir y co-mulgar con las cosas. De ahí nace la comunidad con esas cosas conocidas amorosamente. Y esa fue la idea de fraternidad cósmica y la vida de Francisco.

## LA ECOLOGÍA SOCIAL EN FRANCISCO DE ASÍS

Como decíamos antes, la crisis ecológica nos concierne a todos, por lo que necesita la participación de todos. Y la mejor forma de participación es una democracia. En esta democracia ecoló-

gico-social, los ciudadanos no son solamente los seres humanos, sino todos los seres que componen el mundo: una «biocracia» y una «cosmocracia». Esto significa que todos los seres de la naturaleza son ciudadanos, sujetos de derechos, dignos de respeto y de admiración.

El filósofo francés J. Maritain y otros muchos han considerado que Francisco es el precursor de una nueva democracia universal de tipo socio-cósmica; no se trata de una democracia en la que todas las personas humanas son iguales y sin jerarquías, sino de una democracia cósmica, que incluye dentro de sí como ciudadanos no sólo a los hombres, sino también a los animales, las plantas, el agua, el sol, la luna y las estrellas. Todos estos ciudadanos de la nueva democracia cósmica participan de nuestra convivencia, tienen derecho a vivir y deben ser plenamente respetados. Esta democracia cósmica es una democracia biocentralizada, es decir, centrada sólo en la vida y en la naturaleza. Ahora bien, como la naturaleza es el equilibrio entre la vida y la muerte, también debe ser incluida la muerte. Eso es lo que hizo Francisco en su tiempo: su democracia incluye todas las formas de vida e incluso la propia muerte. Cuando llamaba hermanos a los animales y a las plantas, al sol, la luna y las estrellas... y hasta a la muerte, ¿no estaba sentando las bases de esta nueva democracia cósmica?

La cultura moderna parece situar al hombre por encima de las cosas para poseerlas y dominarlas. Este antropocentrismo se ha considerado como el resultado de una lectura arrogante de los textos bíblicos. Sin embargo, Francisco vivió otra manera de ser en el mundo. Francisco no define al ser humano por lo que lo diferencia de los demás seres, sino por lo que tiene de común con ellos. Se pone al lado de todas las cosas y de todas las criaturas para amarlas y convivir con ellas como hermanos y hermanas en una casa común. Todas las cosas las consideró animadas y personalizadas; él descubrió intuitivamente lo que hoy conocemos por la ciencia: que todos los seres vivos somos hermanos porque tenemos el mismo código genético. Para Francisco, todos con-vivimos en la misma casa paterna y materna, con un profundo respeto hacia todas las diversidades, especialmente con los más débiles.

#### LA ECOLOGÍA MENTAL EN FRANCISCO DE ASÍS

La ecología de la mente, también llamada ecología profunda, trata de despertar en las personas su espíritu de escucha. Por eso, una de las misiones del ser humano es descifrar el mensaje que nos transmiten todos los seres del universo y celebrarlo. A partir de la ecología interior, el universo deja de ser una entidad neutral para convertirse en algo que concierne al ser humano. El universo se dirige hacia el ser humano, lo mismo que el ser humano se vuelve hacia el universo de donde procede. Ambos nos pertenecemos mutuamente. Nos une un vínculo de fraternidad que Francisco ya intuyó en su tiempo. No podemos considerarnos como seres separados de la Tierra; somos hijos de la Tierra, somos la misma Tierra que se hace autoconsciente.

Francisco vivió esta experiencia de un modo profundo. Su gran aportación para su tiempo fue considerar que todas las cosas de la creación son hermanas porque proceden del mismo Padre. Francisco personalizó todas sus relaciones al considerar a todos los seres del universo como sacramentos de la presencia de Dios. Hoy día se acepta que esta sacramentalidad no debe considerarse sólo en dirección vertical de Dios-universo, sino también en la horizontal de Dios-proceso evolutivo cosmogénico. Esto lleva consigo el mantener abierta la sacramentalidad hacia las nuevas formas de manifestación del misterio de Dios. La fe de Francisco le llevó a vivir intensamente la experiencia religiosa del origen común de todas las cosas. De esta manera experimentó cómo Dios muestra su presencia en cada ser y en su historia. Para él, Dios está presente en el cosmos y el cosmos está presente en Dios.

Diversos filósofos y teólogos del siglo xx (Whitehead, Ogden, Griffin, etc.) han dejado de poner a Dios y al mundo frente a frente, para considerar a Dios dentro del proceso del mundo y al mundo dentro del proceso de Dios, de tal manera que todo lo que ocurre en el mundo le afecta a Dios de alguna forma. El Creador rodea siempre a la criatura y al revés, aunque cada uno conserva su identidad. Así, la distinción sirve a la comunión. Dios no se identifica *con* el proceso cósmico, pero sí *en* el proceso cósmico. Y a la inversa, el universo no se identifica *con* Dios, pero se identifica *en* Dios.

Francisco se adelantó a esta manera de pensar ya en el siglo xiii, puesto que veía a Dios *en* todas las cosas, *en* todas las circunstancias. Comenzó a verlo *en* los pobres, *en* los leprosos, *en* las plantas

y los animales, *en* el hermano sol, etc., hasta llegar a ver a Dios *en* la hermana muerte. Francisco se adelantó en la reconciliación entre el hombre y la naturaleza que hoy se exige en diferentes foros. Francisco reconcilió con su experiencia de vida al hombre con toda la creación. Por eso se le ha considerado como el paradigma de «homo reconcilatus». De hecho, cuando el Concilio Vaticano II señala que: «el hombre, hecho nueva criatura, puede y debe amar las cosas creadas por Dios, porque de Dios las recibe, y las mira y las respeta como salidas de sus manos» (GS, 37) está teniendo plenamente presente el cómo Francisco vio y amó a todas las criaturas.

Esta visión franciscana de la naturaleza y Dios es lo que hoy se quiere expresar con la palabra «panenteísmo». No se trata de caer en el panteísmo, sino de admitir el panenteísmo. Para el panenteísmo, Dios es todo y todo es Dios. El cristianismo no puede aceptar esta visión panteísta porque eso significaría hacer a Dios igual que el universo, confundir el Creador con la criatura. Dios y el universo son diferentes, pero están abiertos uno al otro en una perfecta comunión. Para el panenteísmo, Dios está en todas las cosas y a la inversa; eso significa que podemos ver a Dios en las piedras, en los animales, en las plantas, en el sol, etc., como ya hizo Francisco en el siglo XIII. Francisco vive y experimenta la presencia de Dios en todas las cosas; encontró a Dios en sí mismo y en todas las criaturas, considerándolas como sacramentos reveladores de Dios. La creación entera es el gran sacramento de Dios.

En este sentido (como en otros muchos), Francisco puede considerarse un precursor de P. Teilhard de Chardin. En la última página de su diario escrita el día 7 de abril de 1955, el Jueves Santo antes de su muerte, este jesuita recogía como síntesis de su credo la frase: «Dios todo en todas las cosas» (1Cor. 15,28). Esa era la expresión bíblica del «misterio de los misterios»: pleromizar a Dios, como él decía. Pleromizar será la consecución final del momento en que Dios y la creación se unan en una totalidad sin confusión.

#### CONCLUSIÓN

Después de todo lo anterior, podemos explicarnos el por qué de la fascinación que Francisco ejerció sobre los hombres de su tiempo y los hombres de los siglos XX-XXI. «Creó una síntesis que se había perdido en el cristianismo: el encuentro con Dios, con Cristo y con el Espíritu en la naturaleza y, consecuentemente, el descubrimiento de la inmensa fraternidad/sororidad cósmicas» (L. Boff).

Por eso no es de extrañar que ya en 1967 el historiador norteamericano L. White, Jr., propusiera considerar la piedad cósmica de Francisco como un ejemplo para la mentalidad ecológica actual y sugiriera que fuera declarado oficialmente «patrono de los ecologistas». Y eso fue lo que hizo Juan Pablo II, el 27 de noviembre de 1979, con todas las honras y privilegios litúrgicos inherentes a esa proclamación.

[Texto básico publicado en Tendencias21.net,  
por la Cátedra CTR, Escuela Técnica Superior de Ingeniería,  
Universidad Comillas, Madrid]

EDUARDO GARCÍA PEREGRÍN

