

# L&PS – Logic and Philosophy of Science

Vol. VI, No. 1, 2008

## ARTICLES

HINNE HETTEMA	<i>Is Quantum Chemistry a Degenerating Research Programme?</i>	p. 3
ALBERTO MURA	<i>Can Logical Probability Be Viewed as a Measure of Degrees of Partial Entailment?</i>	25
LUCA TAMBOLO	<i>Metametodologia e fini della scienza nel naturalismo normativo di Larry Laudan</i>	35
Information on the Journal		65



# Is Quantum Chemistry a Degenerating Research Programme?

Hinne Hetterema  
Department of Philosophy,  
The University of Auckland, New Zealand  
e-mail: h.hetterema@auckland.ac.nz

1. Introduction
2. How Quantum Chemistry Explains
3. Is Quantum Chemistry degenerating?
4. Notes on Quantum Chemistry as a Lakatosian Research Programme

**ABSTRACT.** This paper is intended to address some particular issues in the relative status of quantum chemistry to both chemistry and physics.

It has been suggested, in the context of the question of the reduction relations between chemistry and physics that quantum chemistry as a research programme is incapable of furnishing useful guidance to practising chemists. If true, this claim will let us qualify quantum chemistry as a degenerating research programme, which, due to its complexity has difficulty to be applied to chemistry. This claim is shown to be false.

The replacement claim I wish to make is that quantum chemistry is perfectly capable of furnishing such guidance, but renders the ontological status of many models favored by chemists problematic. Quantum chemistry, however, validates these models in an instrumental fashion.

I will briefly argue that quantum chemistry is a progressive research programme and outline some of the issues that have to be resolved for full Lakatosian reconstruction of quantum chemistry as a research programme.

**KEYWORDS:** Quantum Chemistry, Research Programme, Reduction

## 1. Introduction

In the 1970's Imre Lakatos<sup>1</sup>, in response to the work of [Kuhn (1970)] and others in the history of science, introduced the notion of a research programme. The concept of a research programme was aimed at reconciling Kuhn's theory of scientific paradigms with the ideas of falsification stemming from Karl [Popper (1959)].

As is well known, a research programme in the sense of Lakatos is characterised by a succession of theories, for instance  $T$  and  $T'$ . The programme itself consists of a 'hard core' and a set of 'auxiliary hypotheses'. While researchers generally protect the 'hard core' from refutation, changes in the auxiliary hypotheses, also called 'problem shifts' are allowed. Theory change thus involves a change in the auxiliary hypotheses rather than the hard core of the theory.

A research programme can be progressive or degenerating. A research programme is progressive when a sequence of theories  $T$  and  $T'$  predicts new facts.

This paper intends to address the question of whether quantum chemistry can be seen as a progressive research programme in the sense of Lakatos. A number of distinct questions become pertinent in this context. These questions, in the end, come down to two separate issues: whether quantum chemistry is progressive in the sense of generating novel facts, and what, if any, relationship quantum chemical considerations have to the explanatory notions of 'classical' chemistry. This paper will deal mainly with the second of these items but will have things to say about the first one as the argument progresses.

The first set of questions relate to whether quantum chemistry has made novel predictions in the sense of Lakatos. In the literature, there has been some argument about what a novel prediction exactly is, notably, the original notion of Lakatos was refined by [Zahar (1973)] and [Worrall (1978)]. For the purposes of this paper, the key aspect of novelty is that improvements are the result of a meaningful internal development of the programme, that is, there is, either in the hard core of the theories themselves or in their protective belts, a positive heuristic for further theoretical improvement.

The second set of questions relate to the relationship between quantum and

---

<sup>1</sup> See [Lakatos and Musgrave (1970), Radnitzky and Andersson (1978)] for an overview and critique of Lakatos' ideas, in particular the paper *Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes* on page 91–196 in [Lakatos and Musgrave (1970)].

‘classical’ chemistry. While one could think that quantum chemistry is in some sense a competitor for classical chemistry my argument will not be that quantum chemistry is progressive in precisely this sense. Rather, I will argue that the relationship between quantum chemistry and classical chemistry is to be seen as the relationship between a supply programme and a guiding programme in the sense of [Zandvoort (1986)].

Particularly important in the discussion of the relationship between quantum and ‘classical’ chemistry is the notion of reduction, and the related notion of explanation by reduction. Both explanation and reduction are, in a sense, concepts with many hues of gray, but are often depicted as consisting of black and white only. In particular, the idea that there are conceptual difficulties with relating the notions of ‘classical’ chemistry to quantum chemistry is sometimes taken as meaning that quantum chemistry has nothing (or very little) interesting to say with regard to classical chemistry.

In this context Andrea [Woody (2000)] has discussed the explanatory weaknesses of *ab initio*<sup>2</sup> quantum chemistry in the context of reduction between chemistry and physics. In this paper I want to take issue with her portrayal of quantum chemistry as, what in Lakatosian terms, can only be described as a degenerating research programme.

I only wish to note here that in the context of reduction relations I read Woody’s paper (and her proposed strategy to deal with reduction) as follows: while quantum chemistry has been successful in post-dicting the energies of small molecules (such as the hydrogen molecule) with great precision, it struggles with delivering useful information to practicing Chemists<sup>3</sup>; hence, it is hard to see how reduction can be successful.

Therefore, while reduction (‘as a standard deductive account of theory reduction’ in Woody’s terminology) can be held to be successful, the issue be-

---

<sup>2</sup> ‘From the beginning’, or first principles. This generally refers to a type of quantum chemistry that does not make use of ‘semi-empirical’ approximations. The latter type used to be quite common in the early days of quantum chemistry, when computer power was limited; these days, semi-empirical methods are less prevalent.

<sup>3</sup> As an aside, it is to some degree questionable how much of Woody’s paper is a contribution to the reduction debate, as it touches on reduction only occasionally, and, as I discuss later, her main claim with respect to reduction, as one of tokens rather than types, is a bit unclear. I will save a more detailed discussion of Woody’s claims with regard to reduction to a later paper, in which I intend to discuss the role of quantum chemistry in this context in more detail.

comes one of ‘reduction to what’—i.e. the claim is that it is ontological reduction that fails.

While I do not believe that Woody’s picture of quantum chemistry is inadequate, it is misleading in that it both underestimates the usefulness of quantum chemistry to the practising (or ‘bench’) chemist and misunderstands the nature of reduction that is at play here. In the light of these inadequacies, I believe the set of critical conclusions concerning *ab initio* quantum chemistry around which a consensus has seemed to emerge in the recent literature needs to be revised.

Central to Woody’s claims is the notion that quantum chemistry is a discipline which is constrained in its application to chemical problems by computational and representational complexity. This contention rests essentially on three claims, which are summarised by [Woody (2000)] as follows:

1. First, computational complexity restricts the scope of application severely (page S617).
2. Second, this same complexity restricts the utility of analyses that are within reach. The series formulation of the wave function prohibits easy identification of a molecule within the representation Scheme. (S618)
3. More important, *ab initio* calculations comprise a set of unconnected derivations concerning the energetic states of particular molecules. The derivations have the same starting point, the stationary state Schrödinger equation, but are otherwise distinct (S618).

These claims, if true, paint a picture of a discipline mired in computational complexity which struggles to be useful to its field of application (claims 1 and 2). Moreover, it is only able to provide a very partial account of issues that concern practising chemists (claim 3).

We need one assumption. We have to assume that the scope of the ‘facts’ that quantum chemistry wishes to generate is a set of chemical facts. It can be argued that quantum chemistry produces useful facts for other, related physical sciences. For the purpose of this paper, however, I wish to evaluate quantum chemistry as targeted to chemistry rather than other disciplines.

With this assumption we can evaluate Woody’s claim as a claim that quantum chemistry is a degenerating research programme. Woody’s first and third claims imply that the scope for the discovery of novel facts is limited—firstly because the scope of application is limited due to complexity, and mostly limited

to unconnected energy states of molecules. Woody's second claim, that quantum chemical analyses are not very useful, points in a similar direction—quantum chemical research on this account is primarily driven by internal considerations, but is not particularly connected to chemistry due to its complexity of interpretation.

This paper will proceed along the following lines. In the following section (section 2) I will outline the methodology that quantum chemistry uses in its explanation of chemical data. In the next section (section 3) I discuss Woody's claims above and show that they are problematic. In the last section of this paper (section 4) I argue that quantum chemistry is indeed a research programme in the sense of Lakatos, and qualify it as a progressive research programme.

## 2. How Quantum Chemistry Explains

Quantum chemistry attempts to explain chemical phenomena through a computational solution of the basic equations of quantum mechanics. The calculations of the quantum chemists rely on computer programs that capture the basic equations of quantum mechanics combined with a (significant) set of assumptions and a relevant context. It is the case that these computer programs are able to compute the properties of atoms and most small molecules with (almost arbitrarily) high precision<sup>4</sup>.

In the paragraph above, I use the word 'computer program' deliberately. The work of [Primas (1983), Primas (1998)] discusses in detail the weaknesses in explanatory power of quantum mechanics when it comes to reduction of chemistry to physics. But the computer programs of the quantum chemists do not implement 'pure' quantum mechanics, but instead use an idealised form, one where the logical structure of the chemical problem is pre-supposed.

The key point is that the time-independent Schrödinger equation

$$H\Psi = E\Psi \tag{1}$$

provides little instruction in how it could be used to model atoms or molecules.

---

<sup>4</sup> There are a large number of references that I could give here. I will restrict myself to a relatively small number of overviews to substantiate the general points that I wish to make. A good overview of the methods which I will discuss is given in [McWeeny and Sutcliffe (1969)], [McWeeny (1989)] or [Wilson and Dierksen (1992)].

$H$  is the Hamiltonian operator, which corresponds to the property of energy

$$H = \sum_i h(i) + \sum_{i \neq j} g(i, j) \quad (2)$$

where  $h(i)$  is the one particle operator (consisting of kinetic and potential energy) and  $g(i, j)$  is the electrostatic interaction between electrons  $i$  and  $j$ .

In actual practice, to solve the equations for a small or large molecule, the quantum chemist relies on the following idealisations and concretisations (see also [Woody (2000)] for a slightly different enumeration<sup>5</sup>):

1. The geometrical structure of the molecule is put in to the program.
2. Relativistic effects are generally ignored<sup>6</sup>
3. With each atom there is an associated ‘basis set’ in terms of which the wave function will be expanded. The quality of the basis set has a direct influence on the quality of the overall result of the calculation. Basis set selection is in fact a bit of a fine art (black art?) in practical quantum chemistry.
4. Generally, the first level of solution is a ‘self consistent field’ solution (SCF or Hartree-Fock wave function) which ignores the effects of electron correlation. This wave function is an effective one-electron function (i.e. it ignores two electron terms and hence electron correlation) which satisfies the Brillouin condition. In general, the SCF wave function is a starting point for more complicated treatments. It should be noted that it is perfectly possible, with the Hartree-Fock solution in hand, to draw pictures of the Hartree-Fock orbitals and talk about its ‘orbital energies’.
5. Electron correlation is subsequently introduced through either Configuration Interaction (CI) or Multi-Reference methods (which are both variational methods), or so called ‘Many Body’ Perturbation Theory methods

---

<sup>5</sup> Although Woody’s enumeration is somewhat different, I do in the main agree with her classification as well, though I believe my own to be more comprehensive.

<sup>6</sup> Although there is a significant research program in ‘relativistic quantum chemistry’, the equations to be solved tend to be an order of magnitude harder than the equations of non-relativistic quantum chemistry. The situation is not helped by the fact that relativistic effects are most pronounced for heavy atoms and molecules with heavy atoms—i.e. those areas of the Periodic Table where quantum chemistry can become practically intractable.



(either Many Body Perturbation Theory (MBPT) or the more sophisticated Coupled Cluster (CC) approach).

6. Electronic properties than have to be predicted with these wave functions—i.e. an ‘operator’ that corresponds with the property needs to be chosen.

It should come as no surprise that the problem for large molecules with high degrees of precision (i.e. large CI expansions or complex Coupled Cluster equations) can become intractable.

However, the *practical* intractability of some of these problems does not mean that they are *principally* impossible to be solved. In fact, for areas where quantum chemical solutions have been practically feasible (in general atomic calculations and small molecules) the results have been impressive, and there is little doubt that the mechanisms generally employed by quantum chemists are capable of producing these results for as yet unknown cases.

We are now in a position to consider how quantum chemistry can be conceived as a Lakatosian Research Programme. Our basic supposition will be the following:

- Its hard core consists of the basic equations of (time independent) quantum mechanics. These can be conceived of the time-independent Schrödinger equation, but also of a number of lesser-known theorems, such as Ehrenfest’s theorem, the Hellman-Feynman theorem and the creation of operators that correspond to observables.
- Auxiliary hypotheses correspond to the idealisations and concretisations above. The auxiliary hypotheses thus consist of (i) Molecular Structure, (ii) Non-relativistic Schrödinger equation, (iii) Basis sets, (iv) ‘One electron’ SCF wave functions, and (v) Electron correlation methods

It now remains to show that quantum chemistry is a progressive research programme, i.e. that successive improvements in the auxiliary conditions have led to progressive problem shifts and still continue to do so.

(i) For molecular structure, there is not much to say. Generally, practising quantum chemists have to start with some notion of molecular structure, though the starting structure of a calculation does not have to correspond to the chemical equilibrium structure of a molecule. Quantum chemists regularly calculates the electronic energies and properties of molecules outside their equilibrium state,

and this leads to new insights in areas such as reaction dynamics. In particular, quantum chemists are able to make predictions on the stability of molecules that do not yet exist. All in all, there is little reason to suppose that the area of molecular structure poses serious questions.

(ii) The next auxiliary hypothesis is the neglect of relativistic effects. This neglect is not universal. Quantum chemists are well aware that relativistic effects do have a bearing on their predictions of molecular energies and properties. There is a significant and fruitful research effort to quantify relativistic effects. The issue here is that relativistic effects can generally be introduced in either of two ways. The first is to consider relativistic operators as perturbations to the non-relativistic Hamiltonian. This method is perhaps more practical, but is theoretically less attractive. From the work of Dirac we know that the relativistic Schrödinger equation takes on a form that is very different from the non-relativistic equation. It is so different that this equation is often referred to as the Dirac equation.

The relativistic research programme in quantum chemistry then consists of solving the Dirac equation with auxiliary hypotheses similar to the ones above. It is thus, on a strict interpretation of a Lakatosian research programme, a separate research programme since it has a different ‘hard core’.

(iii) We now come to the basis set. Basis set choice is something of an art in quantum chemistry in the sense that the selection of a poor basis set will have adverse results in the result of the calculation. However, basis sets are not the Achilles heel of quantum chemistry. There is research being done in improving the quality of basis sets, and there is also a solid understanding of what quality basis sets are required to solve chemical problems of a certain complexity. For instance, calculation of molecular dipoles and quadrupole requires addition of ‘polarisation functions’ to the basis set. These polarisation functions are not made up after the fact; we know they have to be there because a basic consideration of the symmetry of molecular integrals tells us that the calculation will be incomplete if these are not considered. It is thus the case that the form of the basis set can be decided ‘a priori’ with reference to the molecular property we want to calculate.

(iv) The one electron SCF wave function is a common starting point for further calculations involving electron correlation. With computers less powerful, quantum chemists have long lived with a situation in which these wave functions were the best they could do (generally the sixties, seventies and much of

the eighties of the last century). At present, however, calculation of an SCF wave function for small to mid size molecules is more or less routine.

The case of the SCF wave function is of particular importance for our discussion and I will discuss it briefly in some more detail. A completed HF calculation specifies a set of atomic or molecular orbitals  $\psi_i$ , (which can be plotted as density graphs) and a corresponding set of eigenvalues ('orbital energies')  $\epsilon_i$ . There are, moreover, occupied and empty (virtual) orbitals.

The particular minimal condition that has to be satisfied by the HF wave function is the Brillouin condition, which requires that matrix elements of the Fock operator between virtual and closed (or occupied) shell orbitals vanish. The Brillouin condition is thus a relatively weak condition, which allows for an arbitrary large number of orbital sets to satisfy the HF equation. The most often used representation is the 'canonical' HF equation, where the orbitals diagonalise the entire Fock matrix.

It is not the case that the Hartree-Fock description of atomic and molecular properties yields descriptions that are chemically irrelevant. There are (see [McWeeny (1989)] page 164-166) a number of relevant molecular properties that may be derived from this wave function. (i) The HF eigenvalues  $\epsilon_k$  for the occupied correspond to the ionisation energy  $I_k$  needed to produce a positive ion by removing an electron from  $\psi_k$ . (ii) Similarly, the eigenvalues  $\epsilon_m$  represent empty places that can be taken up by an additional electron, and the difference between orbital energies provides a first approximation to the excitation energies of the system. (iii) The HF wave function will support the calculation of spatial electron densities.

This is not to claim that the HF method is the best possible answer to these entities (it is not), but serves as a reminder that the HF wave function, if desired, supports the type of diagrammatic interpretation which features in the second half of Woody's paper. I also want to note that the HF wave function is not the only wave function that supports this type of interpretation, other types do it as well (though with more mathematical and computational effort).

The 'if desired' qualification is of key importance here. While the HF function will support these interpretations, it also renders them ontologically problematic (see for instance McWeeny [McWeeny (1989)] page 135 and page 200-206).

Since the minimal condition to be satisfied for an HF wave function is the Brillouin condition, the occupied and virtual wave functions are unique up to

a unitary transformation that separately mixes occupied and virtual orbitals. There is thus a large degree of arbitrariness when one applies quantum chemical wave functions to, let's say, an analysis of the number of electrons in a given chemical bond ('population analysis') and it is possible to come up with various spatial representations, dependent on the methods deployed to 'localise' these orbitals.

Nevertheless, there are limits to this ontological arbitrariness. As McWeeny points out, even while there are different localisation criteria, for many cases they tend to come up with similar results ([McWeeny (1989)], page 203):

Usually, when applied to molecular closed shell ground states, the various localization methods lead to orbitals that are concentrated either around individual nuclei (for example inner shell orbitals not very different from those in free atoms) or in the "valence regions" (for example, lone pair orbitals, mainly on *one* centre, and bond-pair orbitals, confined mainly to adjacent centres) .

(v) The last auxiliary hypothesis of quantum chemistry is the method chosen to consider electron correlation. There are generally two approaches here (Woody mentions only one). The variational approach leads to Configuration Interaction (CI) or multi-reference approaches, where the wave function is written as an expansion of many configurations of like symmetry.

In addition, there exist perturbation methods which view the effects of electron correlation as a perturbation on the effective one-electron Hamiltonian that governs the self-consistent field solution. There are further branchings in this field, for instance between Many-Body Perturbation Theory (MBPT) and Coupled Cluster (CC) approaches.

These approaches generally result from Quantum Chemists being well aware what the limitations of the one-electron SCF equation are.

We have so far sketched only a brief summary of quantum chemistry, without going into too much detail. However, we have enough to come to a conclusion. In sum, quantum chemistry can be viewed as a Lakatosian research programme with a positive heuristic. Improvements in the auxiliary hypothesis are driven mainly by quantum chemists' understanding of what the shortcomings are in previous theories, and result from mitigating these problems.

As successive theories are improved, their computational load tends to increase quite rapidly. It is only fair to say that the scope of quantum chemistry is

rapidly widened by improvements made in computer hardware<sup>7</sup>.

### 3. Is Quantum Chemistry degenerating?

We now turn to the paper by Woody. I do not have a problem with Woody's summary of the early history of quantum chemical calculations. Before the advent of computers, which could handle large complex calculations with relative ease, quantum chemical calculations were tiresome<sup>8</sup>.

Woody does make the point, where she discusses the James-Coolidge calculation that quantum chemistry produces a reduction of chemistry to quantum Mechanics:

The James-Coolidge calculation, in contrast [to the Heitler London calculation of 1927], was valuable as a confirmation exercise; it demonstrated the new quantum theory's sufficiency for empirically adequate predictions of particular energy states. The calculation is also significant because it eschewed reliance on outside knowledge in solving the Schrödinger equation; it was to be an *ab initio* calculation. In this respect, the James-Coolidge calculation sits comfortably beside standard deductive accounts of theory reduction. A fact from one domain of inquiry was captured completely by the theoretical structure of another domain. (page S615).

It is hard to see how one could interpret the notion that the capture of the fact from one domain of inquiry is completely captured by the theoretical structure of another as anything but a reduction. However, Woody's problem seems to be with the usefulness of quantum chemistry to practising chemists. To reiterate the claims made by Woody [Woody (2000)]

---

<sup>7</sup> Again, I have first hand experience of this. While working on my research in MCSCF quadratic response functions (hyperpolarisabilities) I initially worked on a mini mainframe. Full compilation of our program took a whole night on this computer. When the next line of RISC processors came out with a new set of compilers, compilation could be achieved in 25 minutes. Speed improvements in running the program were equally impressive.

<sup>8</sup> In my degree programme in quantum chemistry the students still had to perform a calculation of the Beryllium atom with a  $3s$  basis set by hand. I thus have first hand experience of exactly how boring such a calculation can get.

1. First, computational complexity restricts the scope of application severely (page S617).
2. Second, this same complexity restricts the utility of analyses that are within reach. The series formulation of the wave function prohibits easy identification of a molecule within the representation scheme. (S618)
3. More important, *ab initio* calculations comprise a set of unconnected derivations concerning the energetic states of particular molecules. The derivations have the same starting point, the stationary state Schrödinger equation, but are otherwise distinct (S618).

The remainder of her paper, having established the conceptual inadequacy of quantum chemistry, goes on to deal with the pictorial methods that are in common use in theories of the chemical bond.

Of these, the latter assertion is simply false. Quantum chemistry *does* produce more than a set of ‘unconnected derivations concerning the energetic states of particular molecules’. Quantum chemistry computes a wave function in a complex numerical representation, one that is difficult to handle for a human, but easy for a computer. Once this wave function is obtained, a proper operator will enable us to compute the desired property. If the operator is a Hamiltonian, the property will be an energy, but there is no reason why the chosen property cannot be a dipole or multipole operator, in which case the property will be a dipole or multipole moment. Going even further, one can derive higher order properties by perturbation theory<sup>9</sup>.

The first assertion is problematic in my view. Quantum chemistry has benefited greatly from improvements in computer speed and architecture, and will continue to do so. There is thus a strong external driver which will enable expansion of the scope of quantum chemistry. However, progress is also being made in developing more and more ‘compact’ formulations of the wave function, such as Coupled Cluster methods or Multi-Reference wave functions. The further development of these representations form a strong internal dynamic in the research programme of quantum chemistry.

The second assertion requires more careful consideration. Woody goes on to say (page S618):

---

<sup>9</sup> See my PhD thesis in quantum chemistry, [Hettema (1993)] for one example.

With no internal relations among treatments of different systems, there also will be no significant guidance for the representation of new systems. There is no underlying *aufbau*, no line of reasoning to aid further theory development.

As our discussion of the HF wave function shows, the assertion is false. The HF wave function can be interpreted as supporting *aufbau*, and its interpretation into quantities of chemical interest is relatively straightforward<sup>10</sup>.

The deeper philosophical question is whether a knowledge representation that exists in a computer (as the wave function in a quantum chemical calculation) is inherently less useful for analysis than one that exists, let's say, on the back of an envelope. A negative answer here (as I am inclined to give) brings into question the validity of the second assertion.

Woody's issue seems to be that a wave function *in general* is too complex to make sense of for chemists. In the case of quantum chemistry, this complexity is captured in a complex set of parametrisation which are stored in computer memory. These complex wave functions do not easily translate into chemical notions such as reactivity. She also notes that one cannot give a description of the wave function of CO<sub>2</sub> to a practising chemist and ask her to compare this to a similar function for, say SO<sub>2</sub>. This misses the point entirely.

In quantum chemistry, wave functions themselves are of only limited value. quantum Mechanics, and quantum chemistry by extension, connects to empirical reality by calculating the expectation values of operators over a wave function. The empirical claim is that the computed expectation value is the one that can be compared to experiment.

It is, incidentally, perfectly possible to compute the 'pretty pictures' that many chemists have come to see as an orbital, whether that be the spatial representations or the energy levels of such orbitals. Many of them have graced the front covers of PhD theses in quantum chemistry. But for most practising quantum chemists, that is precisely what these representations are: cover art. This is not to diminish the notion that such pictorial representations are at times

---

<sup>10</sup> One could object here that the quantities are in fact stemming more from a physical than a chemical tradition, in the sense that ionisation energies and excitation energies are supportive of molecular spectroscopy rather than chemical reactivity. I wish to postpone discussion of this till a later paper, and will note for now that an account of chemical reactivity as supervenient upon these properties is at least in principle possible.

very useful in chemistry, it is to claim that while they have explanatory value, their ontological value is very limited.

What we are faced with is the fact that quantum chemistry renders dubious some notions, such as ‘orbitals’, ‘aufbau’ and the like that we know are useful as explanatory models in chemistry. Many writers have therefore concluded that these notions ‘add’ something inherent to our understanding of the atom and it is for those reasons that the notion of a reduction of chemistry to physics has to be resisted. This seems to be certainly Woody’s claim, where she argues that

There are, broadly speaking, two battles one could fight here, and it is best to keep them separated. One may argue either:

1. In the particular case of chemistry, the proper relations do not hold and therefore reduction fails, or
2. There is something systematically, and more generally, wrong with reductive accounts of untethered relations such that they cannot capture meaningfully the connections between chemistry and quantum mechanics.

At the end of her paper, she concludes that the reduction that we are talking about is most likely a reduction of ‘tokens’ without the corresponding types.

While I cannot claim to fully understand what she means here, I would suggest that, as an account of reduction, this fails to distinguish between three types of reduction that are often talked about in the philosophy of science. These are (i) reduction of laws, (ii) reduction of models and (iii) ontological reduction.

Since quantum chemistry tends to furnish results that can ‘save the phenomena’ (i.e. results that to the best of our knowledge are consistent with empirical facts<sup>11</sup>), we are led to conclude that reduction types (i) and (ii) are actually successful even on Woody’s account, but that it is reduction (iii) that fails on her account. The reason why it fails is moreover instructive. Quantum chemistry has a tendency to render these diagrammatic schemes problematic as ontological entities, even though it validates them as models. The latter validation, moreover, is the primary reason why reduction (ii) succeeds.

---

<sup>11</sup> One may well argue that the molecular energies, which are among the prime results of quantum chemical calculations are not in themselves observables. One would be right. However, the energies are the primary sources for quantities that are observable, such as atomic distance in molecules, energy differences between excited states etc.



Perhaps we are too hard on Woody here. As a conclusion of her section on *ab initio* quantum chemistry, she states

I do not intend to deny the virtues of computational chemistry. Precise predictions are in certain contexts invaluable, not to mention that the types of reliability afforded by automated digital computation make possible methods of inquiry clearly beyond the range of unassisted human cognition. I aim instead to display the insufficiency of principled manipulations of a foundational mathematical theory; standing alone, wave functions provide little grip on well-established categories of chemical practice. (page S619).

While I agree with Woody here in the sense that wave functions provide little grip on well-established categories of chemical practice, I disagree with her overall conclusion that there is some inherent insufficiency in these ‘principled manipulations’ of a ‘foundational mathematical theory’—at the end of inquiry, these manipulations provide a tractable set of empirical predictions that can be compared to experiments, and that is what science should be about.

#### 4. Notes on Quantum Chemistry as a Lakatosian Research Programme

I now wish to turn to a brief discussion of how quantum chemistry could function as a Lakatosian research programme. My remarks here should not be taken as constituting a full reconstruction of quantum chemistry as a Lakatosian research programme, rather, my aim is to explicate in sufficient detail some of the salient points that could assist in such a reconstruction, with the idea that the full story might be told later.

Lakatos translates Popper’s well-known three requirements for the growth of knowledge into his statement that new theories are classified as ‘scientific’ if they lead ‘to the discovery of novel facts. This condition can be analysed into two clauses: that the new theory has excess empirical content (acceptability<sub>1</sub>) and that some of this excess content is verified (acceptability<sub>2</sub>)’. He then goes on to argue that for the sophisticated falsificationist ‘a scientific theory  $T$  is falsified if and only if another theory  $T'$  has been proposed with the following characteristics: (1)  $T'$  has excess empirical content over  $T$ , i.e. it predicts novel facts, i.e. facts improbable in the light of or even forbidden by  $T$ ; (2)  $T'$  explains

the previous success of  $T$ , i.e. all the unrefuted content of  $T$  is included (within the limits of observational error) in the content of  $T'$ ; and (3) some of the excess content of  $T'$  is corroborated.'<sup>12</sup>

A degenerating research programme, on the other hand has none of these features. Theory succession is driven by failure to predict novel facts, and more and more 'ad hoc' additional hypotheses have to be introduced into the framework to keep connected to the facts.

In this section we will discuss some aspects of a Lakatosian research programme as they apply to quantum chemistry in more detail. In particular, we include a brief section on novel facts and a longer section on explanation by reduction and inter-theory relationships in Lakatosian research programmes.

Lakatos' notion of novel facts was significantly refined by [Worrall (1978)] and [Zahar (1973)]. Specifically, what these proposals add to the Lakatosian notion of the research programme is the importance of heuristics. That is, in the overall evaluation of whether a research programme is progressive or degenerating it somehow becomes important how facts were arrived at. As [Worrall (1978)] puts it

The methodology of scientific research programmes regards a theory as supported by any fact, a 'correct' description of which it implies, provided the fact was not used in the construction of the theory. This seems quite a modest proposal and it seems to be the obvious solution to the problem posed by the ease with which *ad hoc* explanations of *given* facts may be generated. The proposal does, however, have the effect of bringing questions of how a theory was arrived at, questions of 'heuristic', into the methodological assessment of the empirical merits of a theory (page 50).

In the case of quantum chemistry the question of the extent to which the particular approximations we discussed in section 2 of this paper (basis sets and independent orbital approximations and such like) are determined by the state of affairs to be accounted for becomes particularly pressing. There are two points at issue here which I will discuss briefly.

In the first place, some of the approximations that are commonly made are inconsistent with the basic framework of quantum mechanics. A well known

---

<sup>12</sup> In Lakatos [Lakatos and Musgrave (1970)], page 116.

example of this is the clamped nucleus approximation which underpins the majority of quantum chemical calculations. A more complete discussion of these issues has been given in [Hendry (1998)] in the context of a ‘proxy defence’. But it is easy to find other examples of this, such as for instance in ‘frozen core’ approximations or ‘valence electron only’ methods. There is thus a *prima facie* case to be made that in quantum chemistry, the auxiliary approximations can be inconsistent with the theoretical core of the theory, and a fuller exploration of this in the context of Lakatosian research programmes would make a rewarding project.

In the second place, there seems to be little evidence that the specific choice of the particulars of these approximations does indeed constitute ‘use’ of chemical facts in the construction of a quantum chemical model. Having said that, there is at least an interesting complication.

In the case of basis sets, it is a well known fact that any chosen basis set needs to have enough *flexibility* to describe the chemical fact in question. For instance, in the correct calculation of molecular properties such as multipole polarisabilities the basis set needs to have higher angular momentum functions in order to be able to correctly describe the molecular integrals that contribute to these properties.

So even while it is not the case that basis set choice (to stick with this example) is exclusively made with the aim to find agreement with some chemical fact, it is certainly the case that the flexibility required in the basis set is determined by the nature of the chemical fact. It is however possible to determine this required flexibility *a priori* based on the symmetries of both the operators involved and the symmetry of the orbital in question. Again, working out this problem in the context of a Lakatosian account of ‘novel facts’ could make a rewarding project<sup>13</sup>.

We now turn to the problem of reduction. The argument in section 2 should have made it clear that, whatever one’s opinion may be with regard to the issue of reduction, quantum chemistry does not provide a ‘a standard deductive account of theory reduction’ in Woody’s sense. It is therefore open to question what sort of reduction relation is at work here.

It helps to realise that several reduction concepts have been proposed in the literature and these are sometimes confused. One obvious distinguishing feature

---

<sup>13</sup> I hope to undertake these projects one day.

of reduction concepts is the content of the reduction concept itself. Nagelian reduction is focused primarily on the internal structure of the reducing and reduced theory, while, for instance, the notion of Kemeny and Oppenheim is primarily focused on empirical content.

One other factor that seems to run alongside the former distinction distinguishes reduction concepts on the basis of theory replacement. For instance, [Kim (1993)] contrasts Nagelian reduction, which he calls *conservative* reduction to indicate that the reduced theory survives<sup>14</sup>, to the concept of reduction from [Kemeny and Oppenheim (1956)] and characterises the latter as entailing a replacement reduction (i.e. the theory that is reduced does not survive<sup>15</sup>).

My proposal is that in the case of quantum chemistry it is perhaps most instructive to consider it as a case of Nagelian reduction, and thereby imply that there is an interesting way in which ‘classical’ chemistry can coexist alongside quantum chemistry. Kim notes that

A general principle like the following seems to be at work here: *If a theory is confronted by another that explains more, the only way it can survive is for it to be conservatively reduced to the latter.*

It seems possible to say with confidence that quantum chemistry did not, in the course of its history, replace ‘classical’ chemistry; neither could it be argued that that was its aim in the first place<sup>16</sup>. Hence, the concept of reduction that interests us in this particular context is the concept of Nagelian, rather than Kemeny-Oppenheim, reduction.

A Nagelian reduction also implies that a significant amount of logical work

---

<sup>14</sup> In [Nagel (1961)] we find the following quote supporting this reading:

However this may be, the reduction of one science to a second—e.g., thermodynamics to statistical mechanics, or chemistry to contemporary physical theory—does not wipe out or transform into something insubstantial or “merely apparent” the distinctions and types of behaviour which the secondary discipline recognises. Thus, if and when the detailed physical, chemical and physiological conditions for the occurrence of headaches are ascertained, headaches will not thereby be shown to be illusory (page 366).

<sup>15</sup> Kim mentions the example of the phlogiston theory here, which was reduced in the sense of Kemeny and Oppenheim to the oxidation theory and did not survive.

<sup>16</sup> Notwithstanding a few well-known quotes from early quantum chemists to the opposite effect.

must be done to effect the reduction. In the Nagelian concept of scientific theories, this work is done by the ‘bridge principles’ or ‘reduction postulates’, which are themselves fairly non-trivial statements that relate terms of the theory to be reduced to the reducing theory. From the argument in this paper we have enough evidence to state that whatever the relation at work might be, it will certainly be non-trivial.

While I do not wish to give a detailed account here of how such a Nagelian reduction might work, for now I wish to notice that, if reduction is at work, it has to be Nagelian rather than Kemeny and Oppenheim reduction, and note that the question of how quantum chemistry can meaningfully capture the relations between quantum Mechanics and chemistry is still largely open.

To conclude this discussion, it seems useful to consider the proposal made by [Zandvoort (1986)] for ‘guiding’ and ‘supply’ programmes. A ‘guiding programme’ provides the ‘set problems’ to other programmes while the ‘supply programme’ aims to provide solutions to these problems.

In this context, it might be useful to think of quantum chemistry as a ‘supply programme’ for the ‘guide programme’ of classical chemistry and this is indeed the line taken in [Zandvoort (1986)] (page 234-236), based on the problem of an ‘ion pump’ through an alpha-helix. It is interesting to note that in this context Zandvoort notes that the model of guide and supply programmes leaves room for what he calls ‘Lakatosian competition’.

In sum, it seems at this point that a detailed Lakatosian reconstruction of quantum chemistry *vis a vis* ‘classical’ chemistry could well shed an interesting light on an as yet unexplored set of philosophical issues.

### **Acknowledgments**

I would like to thank Robert Nola and Theo Kuipers for various useful discussions about topics discussed in this paper. Robert Nola and an anonymous referee provided useful comments on earlier drafts of this paper that led to significant improvement in both content and structure of the argument.

## References

- [Hendry (1998)] Robin Findlay Hendry. Models and approximations in Quantum Chemistry. In N. Shanks, editor, *Idealization IX: Idealization in Contemporary physics*, volume 63 of *Poznań Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities*, page 123–142. Rodopi, Amsterdam, 1998.
- [Hettema (1993)] Hinne Hettema. *The calculation of frequency dependent polarizabilities*. PhD thesis, Katholieke Universiteit Nijmegen, 1993.
- [Kemeny and Oppenheim (1956)] John G. Kemeny and Paul Oppenheim. On reduction. *Philosophical Studies*, VII: 6–19, 1956.
- [Kim (1993)] Jaegwon Kim. Mechanism, purpose and Explanatory Exclusion. In *Supervenience and Mind*, pages 237–264. Cambridge University Press, Cambridge, 1993.
- [Kuhn (1970)] Thomas S. Kuhn. *The Structure of Scientific Revolutions*. University of Chicago Press, 1970.
- [Lakatos and Musgrave (1970)] Imre Lakatos and Alan Musgrave, editors. *Criticism and the Growth of Knowledge*. Cambridge University Press, 1970.
- [McWeeny (1989)] Roy McWeeny. *Methods of Molecular Quantum Mechanics*. Academic Press, 1989.
- [McWeeny and Sutcliffe (1969)] Roy McWeeny and Brian Sutcliffe. *Methods of Molecular quantum Mechanics*. Academic Press, 1969.
- [Nagel (1961)] Ernest Nagel. *The Structure of Science: problems in the logic of scientific explanation*. Routledge and Kegan Paul, London, 1961.
- [Popper (1959)] Karl R. Popper. *The Logic of Scientific Discovery*. Routledge, 1959.
- [Primas (1983)] Hans Primas. *chemistry, quantum Mechanics and Reductionism*. Springer, 2 edition, 1983.

- [Primas (1998)] Hans Primas. Emergence in exact natural sciences. *Acta Polytechnica Scandinavica*, Ma 91: 83–98, 1998.
- [Radnitzky and Andersson (1978)] Gerard Radnitzky and Gunnar Andersson, editors. *Progress and Rationality in Science*, volume LVIII of *Boston Studies in the Philosophy of Science*. D. Reidel, 1978.
- [Wilson and Diercksen (1992)] Stephen Wilson and Geerd H.F. Diercksen, editors. *Methods in Computational Molecular physics*, volume 293 of *NATO ASI Series B: Physics*, 1992. Plenum.
- [Woody (2000)] Andrea I. Woody. Putting Quantum Mechanics to work in Chemistry: The power of diagrammatic representation. *Philosophy of Science*, 67: S612–S627, 2000. Supplement. Proceedings of the 1998 Biennial Meetings of the Philosophy of Science Association. Part II: Symposia Papers.
- [Worrall (1978)] John Worrall. The ways in which the methodology of scientific research programmes improves on Popper's methodology. In Gerard Radnitzky and Gunnar Andersson, editors, *Progress and Rationality in Science*, volume LVIII of *Boston Studies in the Philosophy of Science*, pages 45–70. D. Reidel, 1978.
- [Zahar (1973)] Elie Zahar. Why did Einstein's programme supersede Lorentz's? (i). *The British Journal for the Philosophy of Science*, 24(2): 95–123, Jun. 1973.
- [Zandvoort (1986)] Henk Zandvoort. *Models of scientific development and the case of Nuclear Magnetic Resonance*, volume 184 of *Synthese Library*. D. Reidel, 1986.





## Can Logical Probability Be Viewed as a Measure of Degrees of Partial Entailment?

Alberto Mura

Department of Theories and Research on Cultural Systems  
University of Sassari  
e-mail: ammura@uniss.it

1. Introduction
2. Content and logical consequences
3. On amount of content
4. Different kinds of logical independence
5. Partial entailment (sense II) explicated

ABSTRACT. A new account of *partial entailment* is developed. Two meanings of the term ‘partial entailment’ are distinguished, which generalise two distinct aspects of deductive entailment. By one meaning, a set of propositions  $A$  entails a proposition  $q$  if, supposed that all the elements of  $A$  are true,  $q$  must necessarily be true as well. By the other meaning,  $A$  entails  $q$  inasmuch the informative content of  $q$  is encapsulated in the informative content of  $A$ :  $q$  repeats a part of what the elements of  $A$ , taken together, convey. It is shown that while the two ideas are coextensive with respect to deductive inferences, they have not a common proper *explicatum* with respect to the notion of partial entailment. It is argued that epistemic inductive probability is adequate as an *explicatum* of partial entailment with respect to the first meaning while it is at odds with the second one. A new *explicatum* of the latter is proposed and developed in detail. It is shown that it does not satisfy the axioms of probability.

KEYWORDS: partial entailment, partial implication, logical probability, logical independence, logical content, semantic information.

## 1. Introduction

In this paper I shall examine the idea of *partial entailment* to investigate to what extent a probability sentence can represent a degree of partial entailment. The idea of probability as a measure of partial entailment goes back to Keynes ([1921] 2004) and Carnap ([1950] 1962). I shall distinguish between two senses of this idea and I shall vindicate the idea of probability as partial entailment with respect to one of them, although it appears to be essentially epistemic in character, contrary to Keynes' and Carnap's claims. My analysis will make essential use of the idea of deductive probability as it has been characterised in Mura (2006).

When we say that a set  $A$  of propositions entails a proposition  $q$ , there are *two* meanings of such an assertion. In a first meaning (which I shall call 'meaning I')  $A$  entails  $q$  because if the elements of  $A$  are true, then  $q$  is also necessarily true. In a second meaning (which I shall call 'meaning II'),  $A$  entails  $q$  inasmuch as the informative content of  $q$  is contained in the informative content of  $A$ :  $q$  repeats a part of the content of  $A$ . Meaning I and meaning II of the word 'entailment', although they are coextensive with respect to deductive inferences, need not admit a common *explicatum* with respect to the idea of *partial entailment*. In fact, as I shall argue, the two concepts need two different *explicata*. In order to show this, I shall focus on the differences between the two concepts of entailment.

Applied entailment in meaning I is a relationship between the *assertability* of the premises and the *assertability* of the conclusion: given that the premises are assertable, the conclusion too is assertable. Surely, epistemic probability *is* a generalisation of entailment with respect to this assertability relation. A degree of probability  $\mathbf{P}(h | e)$  can indeed be viewed as a measure of the assertability of  $h$  given the full assertability of  $e$ .<sup>1</sup>

Consider now meaning II. I shall write  $e \xrightarrow{r} h$  for ' $e$  entails  $h$  to the degree  $r$ ' according to meaning II. Can we say that  $\mathbf{P}(h | e) = r$  means that a proportion  $r$  of the content of  $h$  is contained in  $e$ , so that we can properly write  $e \xrightarrow{r} h$ ? Can we say – to put it another way – that when  $\mathbf{P}(h | e) = r$ ,  $h$  has a degree of assertability  $r$  because just a proportion  $r$  of  $h$  repeats what is already contained in  $e$ ? Surely not. In fact, if  $e$  is analytically true, *no part* of the informative content of  $h$  is

---

<sup>1</sup> However, it should be kept in mind that the following property (called *monotonicity*), satisfied by total entailment, couldn't be approximated by partial entailment: if  $A \vdash p$  then, for every  $B$  such that  $A \subseteq B$ , it holds that  $B \vdash p$ . So the assertability of the conclusion of an argument of partial entailment holds only under the proviso that the premises contain all the relevant available evidence.

already contained in  $e$  in spite of the fact that in such a case  $\mathbf{P}(h | e) = r$  need not be 0 while surely  $e \xrightarrow{0} h$  holds.

However, if we accept the standard view that the content of a proposition is just the class of its logical consequences, it can be shown that  $\mathbf{P}(h | e)$  can be viewed to the degree at which  $\neg h$  entails  $\neg e$ . This can be argued as follows. If the content of a proposition is given by the set of its logical consequences, we should be able to represent the amount of content by an additive measure across those propositions that share no common factual logical consequences. A measure that satisfies this constraint is, as may easily be verified, the function  $Ct(p) = 1 - \mathbf{P}(p)$ . Moreover, the set of logical consequences common to  $e$  and  $h$  is just the set of consequences of  $e \vee h$ . But in this case a proper measure of the proportion of the content of  $h$  contained in  $e$  should be given by the formula:

$$\frac{Ct(e \vee h)}{Ct(h)} = \frac{1 - \mathbf{P}(e \vee h)}{1 - \mathbf{P}(h)} = \frac{\mathbf{P}(\neg e \wedge \neg h)}{\mathbf{P}(\neg h)} = \mathbf{P}(\neg e | \neg h).^2$$

To explain the unconscious shift from  $\mathbf{P}(h | e)$  to  $\mathbf{P}(\neg h | \neg e)$  it is helpful to observe that in deductive logic  $e$  entails  $h$  if and only if  $\neg h$  entails  $\neg e$ . However, from this equivalence it does not follow that the degree to which  $e$  entails  $h$  must coincide with the degree to which  $\neg h$  entails  $\neg e$ . So, if  $\mathbf{P}(\neg e | \neg h)$  is adequate as *explicatum* of the partial entailment of  $e$  on  $h$ , there is no reason to believe that  $\mathbf{P}(h | e)$  too is adequate in the same respect.

In spite of this, some connection between the entailment of  $e$  over  $h$  and of  $\neg h$  over  $\neg e$  should be preserved in the context of partial entailment. Surely, a good *explicatum* of partial entailment should satisfy at least the following requirement: if for some  $r > 0$   $e \xrightarrow{r} h$  then for some  $s > 0$   $\neg h \xrightarrow{s} \neg e$ . This requirement may be argued as follows. It would be unreasonable to admit that  $e$  totally entails  $h$  if and only if  $\neg h$  totally entails  $\neg e$ , while it can happen that  $e$  partially entails  $h$  (maybe to a very high degree) and  $\neg h$  has no deductive connection with  $\neg e$ . In fact, the idea of partial entailment as a generalisation of total entailment is based upon the supposition that total entailment is a limiting case of partial entailment and, as such, it may be approximated by increasing the degree of partial entailment. As a result, when both  $r$  and  $s$  tend to 1,  $e \xrightarrow{r} h$  should tend to  $\neg h \xrightarrow{s} \neg e$ . Unfortunately, the preceding account does not satisfy this requirement. In fact,  $\mathbf{P}(\neg t | \neg h) = 0$  independently of  $\mathbf{P}(h | t)$  (where ' $t$ ' denotes a tautology) which may well be greater than 0.

---

<sup>2</sup> See Miller and Popper (1986).

## 2. Content and logical consequences

The preceding approach rests upon the basic dogma that the content of a proposition coincides with the set of its logical consequences. It should be recognised that the theory by which the content of a proposition is given by the set of its logical consequences sounds *prima facie* very natural from a logical point of view. But, taken seriously, this view carries some consequences that are, in my view, completely unacceptable (see also Gemes 1994).

We have already seen in the preceding section a first flaw in that theory (namely that  $e \xrightarrow{r} h$  does not tend to  $\neg h \xrightarrow{s} \neg e$  when  $s$  approaches 1). But other consequences are even more unacceptable. For example, this view entails that two propositions always share a common content, except when they are logically disjunct, i.e. when their disjunction is a logical truth. In fact, only in that case should two propositions have no factual logical consequence in common. So ‘Napoleon was defeated at Waterloo’ and ‘The population of Chicago amounted in 1990 to 2,783,726 inhabitants’ would have a common content. This appears to be completely counterintuitive.

Surely, all agree that two propositions have no common content when they are – in some sense – *logically independent*. So at the heart of our concern there is the idea of logical independence. Before considering in this respect the various forms of independence I shall open a parenthetical digression on *amount of content*. The reason for this depends on the fact that the notion of independence which we are looking for should satisfy the following condition referring to amount of content:

(AC) *Additivity Condition*. There exists at least one *absolute content measure function* additive over logical independent sentences.

## 3. On amount of content

To begin with, I observe that amount of content may be, just like probability, absolute or relative. We can write  $Ct(p | q)$  to denote the amount of content of  $p$  relatively of  $q$  (or given  $q$ ), where  $q$  is assumed to be a consistent sentence.  $Ct(p | q)$  measures how much information is contained in  $p$  but not in  $q$  (or, to put it another way, the amount of the content of  $p$  that *goes beyond*  $q$ ). And like absolute probability, absolute amount of content may be considered as amount of content relative to a tautology.

Clearly,  $Ct(p | q)$  should satisfy the following axioms:

1.  $Ct(p | q) \geq 0$ ;
2.  $Ct(t | q) = 0$  (where ' $t$ ' is a tautology);
3. If  $q \wedge p \vdash r$  then  $Ct(p | q) \geq Ct(r | q)$ ;
4.  $Ct(p \wedge r | q) = Ct(p | q) + Ct(r | p \wedge q)$ .

Conditions 1-4 are very general and compatible with a wide class of functions. This class may be split into two subclasses, depending on two different ways to conceive relative content-independence, that is the relation which is fulfilled among three sentences  $p$ ,  $q$  and  $e$  when  $p$  and  $q$  share no common content that goes beyond  $e$ . Relative content-independence may be formally expressed by the relation  $Ct(p | q \wedge e) = Ct(p | e)$ . If we would like axiomatically to characterise a function  $Ct$  satisfying AC, the following axiom should be added:

- 5a. If  $p$  and  $q$  are logically independent then  $Ct(p | q \wedge e) = Ct(p | e)$ .

The second class is based on the idea that  $p$  and  $q$  share no common content that goes beyond  $e$  when  $p$  and  $q$  are *probabilistically independent* in the presence of  $e$ . In such a case we have to add to the axioms 1-4 the following condition instead of 5a:

- 5b. If  $\mathbf{P}(p | q \wedge e) = \mathbf{P}(p | e)$  then  $Ct(p | q \wedge e) = Ct(p | e)$ .

Axiom 5b is equivalent to 5a if in 5a we adopt separability as logical independence<sup>3</sup> and in 5b we adopt deductive probability as probability. However, except for this very special case, 5a and 5b are two very different ways of characterising content-independence. In fact, 5a aims to capture a *deductive* idea of absence of common content, while 5b aims to capture a more general idea. Indeed, by 5b, two sentences are considered to be without common content when from one sentence no inference about the other can be drawn (and vice versa), including *inductive* (i.e. *ampliative*) inferences.

#### 4. Different kinds of logical independence

For every kind of independence there is a corresponding version of condition 5a. If we give an account of deductive content in terms of logical conse-

---

<sup>3</sup> For definitions of the various kinds of logical independence discussed in this paper see Mura (2006).

quences, and therefore conceive absence of common content as absence of factual logical consequences, the relation

$$Ct(p \mid q \wedge e) = Ct(p \mid e)$$

should be satisfied when  $p$  and  $q$  are, in the presence of  $e$ , maximally independent (i.e. logically disjunct). So, in such a case, the following constraint should be added to axioms 1-4:

5a.1 If  $p$  and  $q$  are maximally independent in presence of  $e$  (i.e. if  $e \vdash p \vee q$ ) then  $Ct(p \mid q \wedge e) = Ct(p \mid e)$ .

It can be shown that for every probability function  $\mathbf{P}$ , the function  $1 - \mathbf{P}$  satisfies the axioms 1-5a.1, provided we put

$$Ct(p \mid q) = Ct(q \supset p \mid t),$$

where ‘ $t$ ’ denotes a tautology.

Notice that by accepting maximal independence as an *explicatum* for content-independence we are not considering the function  $\mathbf{P} = 1 - Ct$  as ‘the’ probability. In other terms, there is no immediate reason for choosing as proper logical probability function that probability function which is associated to the proper content function. That constraint, if assumed, must be considered as additional. The celebrated Popperian argument, by which probability and content are opposite, requires this additional assumption. I shall not attempt to discuss the problem of its soundness here.

Maximal independence is ruled out by the considerations we have made above. The same can be said about atomic and truth-functional independence. So the corresponding version of 5a also has to be rejected.

The list of candidates is now restricted to mutual independence, complete independence and separability. The corresponding versions of axiom 5a are the following:

5a.2 If  $p$  and  $q$  are mutually independent then  $Ct(p \mid q \wedge e) = Ct(p \mid e)$ ;

5a.3 If  $p$  and  $q$  are completely independent then  $Ct(p \mid q \wedge e) = Ct(p \mid e)$ ;

5a.4 If  $p$  and  $q$  are separable then  $Ct(p \mid q \wedge e) = Ct(p \mid e)$ .

Since separability entails complete independence and complete independence entails mutual independence, 5a.2 entails 5a.3 and 5a.3 entails 5a.4.

Unfortunately, 5a.3 and, *a fortiori*, 5a.2, cannot be satisfied except in languages that have less than three completely independent sentences of non-null content.<sup>4</sup>

So the only serious available candidate for axiom 5a is 5a.4. It can be shown that for every Boolean algebra there exists (up to a scalar factor) one and only one  $Ct$ -function satisfying the axioms 1-4 and 5a.4. More exactly, the functions satisfying the axioms 1-4 and 5a.4 are given by  $\log_a \mathbf{P}_D(p | q)$  with  $0 < a < 1$  (see Mura 1992). Although the choice of  $a$  is inessential, it is convenient to assume  $a = 1/2$ , so that sentences of deductive probability  $1/2$  turn out to convey 1 information unit.

These results show not only that the additive condition may be consistently satisfied but also (a) that it is a condition sufficient to give a *single* measure of amount of content and (b) that the idea of amount of content relies on the idea of deductive probability.

## 5. Partial entailment (sense II) explicated

Once we have at hands an *explicatum* for the idea of amount of content, it is easy to achieve an *explicatum* for partial entailment with respect to sense II. In what follows I shall assume that the content-function  $Ct_D$  coincides with the function  $\log_a \mathbf{P}_D$  ( $0 < a < 1$ ).

I begin by proposing the following desiderata:

---

<sup>4</sup> This is shown by the following considerations. Let  $p$ ,  $q$  and  $r$  be three completely independent sentences having non-zero content. It soon follows from the definition of complete independence that  $p \wedge q$  and  $p \wedge r$  are also completely independent. Therefore 5a.3 entails

$$Ct(p \wedge q | p \wedge r) = Ct(p \wedge q | t).$$

On the other hand, axiom 3 entails

$$Ct(p \wedge q | p \wedge r) = Ct(q | p \wedge r).$$

(Since  $p \wedge q$  and  $q$  are logically equivalent in presence of  $p \wedge r$ ). Moreover, also  $q$  and  $p \wedge r$  are completely independent, so that

$$Ct(q | p \wedge r) = Ct(q | t).$$

It follows that

$$Ct(p \wedge q | t) = Ct(q | t).$$

Finally from this and axiom 4 follows that  $Ct(p | t) = 0$ , contradicting the hypothesis that  $p$  is having non-zero absolute content.

- (i) the degree to which  $e$  entails  $h$  should express the proportion of the common content of  $h$  and  $e$  with respect to the content of  $h$ ;
- (ii) the common content (if any) of  $h$  and  $e$  is given by the difference  $Ct_D(h) - Ct_D(h | e)$  (or equivalently by  $Ct_D(e) - Ct_D(e | h)$ );<sup>5</sup>
- (iii) the more  $e$  entails  $h$  the less  $e$  entails  $\neg h$  (and vice versa), so that a suitable *explicatum* should be such that if  $e \xrightarrow{r} h$  then  $e \xrightarrow{-r} \neg h$ ;
- (iv) if  $e$  and  $h$  are factual separable propositions, then  $e \xrightarrow{0} h$ .

These requirements are met by the following definition for the notion of *degree of partial entailment*:

$$\text{DPE} \quad e \xrightarrow{r} h =_{df} \frac{Ct_D(h) \dot{-} Ct_D(h | e)}{Ct_D(h)} - \frac{Ct_D(\neg h) \dot{-} Ct_D(\neg h | e)}{Ct_D(\neg h)} = r,$$

where  $x \dot{-} y$  is the modified difference that equals  $x - y$  if  $x > y$  and equals 0 otherwise. The cases in which  $Ct_D(h)$  or  $Ct_D(\neg h)$  is 0 may be dealt by passage to the limit as  $e \xrightarrow{0/0} h$ .

It can be easily seen that from DPE it follows that if, for some  $r > 0$ ,  $e \xrightarrow{r} h$ , then there exists  $s > 0$  such that  $\neg h \xrightarrow{s} \neg e$ , so avoiding the flaw that we found in the approach to partial entailment in terms of logical consequences.

## REFERENCES

- CARNAP, Rudolf ([1950] 1962): *Logical Foundations of Probability*, Chicago (Ill.): Chicago University Press, 2<sup>nd</sup> edition.
- GEMES, Ken (1994): "A New Theory of Content I: Basic Content", *Journal of Philosophical Logic*, 23, pp. 595-620.
- KEYNES, John Maynard ([1921] 2004): *A Treatise on Probability*, Mineola (N.Y.): Dover Publications.
- MILLER, David W., and POPPER, Karl Raimund (1986): "Deductive Dependence", in *Actes IV Congrès Català de logica*, Barcelona: Universitat Politècnica de Barcelona and Universitat de Barcelona.
- MOORE, Eliakim H. (1910): "Introduction to a Form of General Analysis", in *The New Haven Mathematical Colloquium*, New Haven (Conn.): Yale University Press.

---

<sup>5</sup> The identity  $Ct(h) - Ct(h | e) = Ct(e) - Ct(e | h)$  (which is an obvious desideratum of any *explicatum* for amount of content) is an almost immediate consequence of axiom 4.



- MURA, Alberto (1992): *La sfida scettica. Il problema logico dell'induzione*, Pisa: ETS.
- (2006): “Deductive Probability, Physical Probability, and Partial Entailment”, in Mario Alai and Gino Tarozzi (eds.), *Karl Popper Philosopher of Science*, Soveria Mannelli (Cz.): Rubbettino, pp. 181-202.



## Metametodologia e fini della scienza nel naturalismo normativo di Larry Laudan

Luca Tambolo

Dipartimento di Filosofia, Università di Trieste

e-mail: l\_tambolo@hotmail.com

1. Introduzione
2. Il problema basilare della metametodologia
3. La storia della scienza come giudice delle controversie metodologiche
4. Circolarità, pluralismo metodologico e relativismo
5. Opacità dell'evidenza storica e giustificazione a priori delle norme
6. Realizzabilità, accertabilità, fini della scienza

SOMMARIO. Nei volumi *La scienza e i valori* (1984) e *Beyond Positivism and Relativism* (1996), Larry Laudan difende una teoria della scienza che battezza 'naturalismo normativo'. Secondo Laudan, il naturalismo normativo permette di giungere a una soluzione imparziale del problema basilare della metametodologia, cioè il problema della giustificazione del metodo scientifico. Risolvere tale problema significa mostrare che, dati insiemi rivali di norme metodologiche, è possibile stabilire qual è il più efficace nella promozione dei fini cognitivi della scienza. Laudan afferma che la storia della scienza può fungere da giudice imparziale delle controversie tra metodologie in competizione, e propone un principio di scelta fra norme metodologiche che raccomanda di preferire quelle la cui efficacia passata può essere *empiricamente accertata*. Dopo aver discusso alcuni problemi della proposta metametodologica di Laudan, qui di seguito si mostra che questa è profondamente condizionata dalle sue tesi circa i fini cognitivi che gli scienziati dovrebbero perseguire, in particolare dall'idea – che trova espressione nel cosiddetto 'criterio di realizzabilità' – secondo cui il perseguimento di fini cognitivi la cui realizzazione non è empiricamente accertabile deve essere considerato irrazionale. Alla luce di tale criterio, il realismo scientifico raccomanda il perseguimento di un fine utopico. Infatti, anche se la comunità scientifica disponesse di teo-

rie che offrono descrizioni vere delle entità e dei processi non osservabili che popolano i loro domini, non sarebbe possibile accertarlo empiricamente, poiché tali entità e processi sono, appunto, non osservabili. D'altro canto, il criterio di realizzabilità sancisce la razionalità del perseguimento del fine indicato da Laudan per la scienza, cioè la ricerca di teorie dotate di un alto grado di efficacia nella soluzione di problemi. Infatti, l'efficacia nella soluzione di problemi comporta la capacità delle teorie di fare previsioni confermate nel breve-medio periodo, e tale capacità è una proprietà empiricamente accertabile. Così, la soluzione del problema basilare della metametodologia proposta da Laudan è ben lungi dal potersi dire imparziale; si direbbe anzi concepita con l'intento di fornire ulteriore sostegno alle sue dottrine assiologiche.

PAROLE CHIAVE: naturalismo normativo, Laudan, storia della scienza, metodo scientifico, metametodologia, fini della scienza, assiologia, realismo scientifico.

## 1. Introduzione

Tra la fine degli anni Cinquanta e l'inizio degli anni Sessanta del Novecento, la scena del dibattito epistemologico di lingua inglese è stata segnata dall'affermarsi della cosiddetta *new philosophy of science*, i cui esponenti hanno contestato molti aspetti dell'immagine della ricerca scientifica propugnata dai fautori dell'empirismo logico. In particolare, autori come Norwood Russell Hanson, Stephen Toulmin e Thomas Kuhn hanno rimproverato ai neoempiristi di non aver tenuto nel debito conto la dimensione storico-dinamica del sapere scientifico; per citare solo un esempio, il celebre incipit della *Struttura delle rivoluzioni scientifiche* di Kuhn recita: "La storia, se fosse considerata come qualcosa di più che un deposito di aneddoti o una cronologia, potrebbe produrre una trasformazione decisiva dell'immagine della scienza [quella neoempirista] dalla quale siamo dominati" (1962/1970, p. 19).

A partire dagli anni Sessanta si è dunque ampiamente dibattuto – senza peraltro raggiungere una soluzione condivisa – sul problema del rapporto fra storia e filosofia della scienza. Qui di seguito si discuterà una delle numerose proposte avanzate dagli esponenti della 'scuola storica' circa il ruolo che spetta alla storia della scienza nella valutazione delle tesi dei filosofi della scienza, cioè il naturalismo normativo di Larry Laudan.

Nel volume *La scienza e i valori* (1984) e in un certo numero di saggi confluiti nella raccolta *Beyond Positivism and Relativism* (1996), Laudan presen-

ta il naturalismo normativo come una soluzione del problema basilare della metametodologia, cioè il problema della giustificazione del metodo scientifico. Risolvere tale problema significa mostrare che, dati insieme rivali di norme metodologiche, è possibile stabilire qual è il più efficace nella promozione dei fini della scienza. Laudan afferma che la storia della scienza può configurarsi come un arbitro imparziale delle controversie tra i fautori di metodologie in competizione; qui, tuttavia, si mostrerà che la soluzione del problema della giustificazione del metodo da lui proposta, lungi dall'essere imparziale, è profondamente condizionata dalle sue posizioni circa i fini cognitivi che gli scienziati dovrebbero perseguire, e in particolare dall'idea secondo cui è irrazionale perseguire un fine la cui realizzazione non può essere empiricamente accertata.

Dopo aver introdotto, nel paragrafo 2, il problema basilare della metametodologia, nel paragrafo 3 si illustrano i fondamenti del programma di ricerca metametodologico di Laudan, basato su due idee: (a) alla storia della scienza spetta il ruolo di giudice delle controversie metodologiche; e (b) la valutazione delle norme metodologiche deve essere condotta nello stesso modo in cui si effettua il controllo empirico delle teorie scientifiche.

Nel paragrafo 4 si discutono alcune obiezioni 'di principio' nei confronti del naturalismo normativo, in particolare quella secondo cui il processo di giustificazione delle norme teorizzato da Laudan presenta l'irrimediabile vizio della circolarità. Secondo alcuni critici, per operare il controllo scientifico delle norme metodologiche auspicato da Laudan, occorre innanzitutto disporre di una soluzione soddisfacente del problema della giustificazione del metodo scientifico; pertanto, in effetti Laudan presuppone la bontà della soluzione da lui proposta, che invece dovrebbe dimostrare. Qui si sostiene che, sebbene Laudan possa offrire una risposta non implausibile a tale accusa invocando la continuità fra scienza e filosofia, che dal punto di vista di un naturalista comporta una circolarità non viziosa nel processo di giustificazione delle norme, il suo programma di ricerca metametodologico risulta comunque in evidente difficoltà, poiché non ha prodotto i risultati promessi; in particolare, non si conosce un solo esempio di norma giustificata nel modo da lui immaginato.

Nel paragrafo 5 si considerano altre difficoltà del programma di ricerca metametodologico di Laudan. Si insiste, innanzitutto, sul fenomeno dell'opacità dell'evidenza storica, sostenendo che pare molto difficile giungere, sulla base dello studio della storia della scienza, alle conclusioni univoche circa le connessioni tra mezzi e fini cognitivi che, secondo Laudan, sarebbe necessario individuare per ritenere giustificata una norma metodologica. In secondo luogo, si mette in evidenza la tensione fra la tesi secondo cui metodi e fini della scienza sono soggetti a mutamento – che costituisce una caratteristica distintiva del

‘modello reticolare della razionalità scientifica’ propugnato da Laudan – e quella secondo cui, per risolvere il problema basilare della metametodologia, occorre individuare connessioni robuste tra mezzi e fini cognitivi. Infine, sulla base di una discussione della norma popperiana che raccomanda di evitare il ricorso a ipotesi *ad hoc*, si mostra che la tesi di Laudan secondo cui le norme metodologiche possono essere giustificate solo a posteriori è falsa.

Nel paragrafo 6 si espone, brevemente, la tesi laudaniana secondo cui lo scopo della scienza è la ricerca di teorie dotate di un elevato grado di efficacia nella soluzione di problemi. Si presenta poi il criterio di realizzabilità proposto da Laudan, in base al quale è irrazionale perseguire fini cognitivi la cui realizzazione non può essere empiricamente accertata. Alla luce di tale criterio, il realismo scientifico raccomanda il perseguimento di un fine utopico. Infatti, anche se la comunità scientifica disponesse di teorie che offrono descrizioni vere delle entità e dei processi non osservabili che popolano i loro domini, non sarebbe possibile accertarlo empiricamente, poiché tali entità e processi sono, appunto, non osservabili. D’altro canto, il criterio di realizzabilità sancisce la razionalità del perseguimento del fine indicato da Laudan per la ricerca scientifica, la cui realizzazione è empiricamente accertabile, poiché l’efficacia nella soluzione di problemi comporta la capacità delle teorie di fare previsioni confermate nel breve-medio periodo. Pertanto, la soluzione del problema della giustificazione del metodo proposta da Laudan risulta lungi dal potersi dire imparziale.

## 2. Il problema basilare della metametodologia

Un metodo è un insieme organico di regole e principi in base al quale si svolge un’attività teorica o pratica e, più strettamente, un modo di procedere razionale per raggiungere determinati fini, scopi o obiettivi.<sup>1</sup> Il metodo scientifico può dunque essere convenientemente definito come un modo di procedere

---

<sup>1</sup> “Questa parola *méthodos* composta dalla preposizione *meta*, che vuol dire *con*, e dalla voce *odos*, la quale vuol dire *via*, significa propriamente appo i Greci quello che i Latini chiamano *diverticulum* o più tosto *iter transversum* e noi volgarmente *traghetto*, cioè è una via più dritta e conseguentemente più breve dell’altre, la quale più tostamente a quel luogo ne conduca dove d’arrivare intendiamo. Da questa sua prima e propria significazione fu poi da loro trasportata per traslazione non solo ne’ campi ed eserciti militari, quando i capi vanno a rivedere l’ascolte e sentinelle, ma ancora nelle scienze e nell’arti. Onde metodo non vuol dire altro in quest’ultima significazione, se non una via o un modo diritto e breve, cioè è agevole e spedito, col quale s’insegni alcuna arte o vero scienza” (B. Varchi, *Del metodo*, 1859, citato in Cortelazzo e Zolli 1983, vol. III, p. 749).

razionale per raggiungere i fini della scienza; la sua precisa enunciazione, in forma di un insieme di norme metodologiche, costituisce il compito della disciplina detta ‘metodologia’.

Naturalmente, gli scienziati perseguono sia fini cognitivi sia fini non cognitivi; tuttavia, nella letteratura metodologica contemporanea si assume, generalmente, che questi ultimi siano estrinseci alla ricerca scientifica e, dunque, che le norme oggetto dell’attenzione del metodologo siano volte al raggiungimento dei fini cognitivi della scienza. Va inoltre ricordato che, sebbene nell’ultimo trentennio la logica della scoperta scientifica sia stato oggetto di studi importanti,<sup>2</sup> gode ancora di una certa popolarità la distinzione – introdotta da Hans Reichenbach – fra contesto della scoperta e contesto della giustificazione. Secondo questa distinzione, l’atto della scoperta o invenzione di una nuova ipotesi o teoria scientifica, reso possibile solo dalla creatività del singolo ricercatore, non è suscettibile di analisi logico-metodologica; pertanto, il metodologo deve considerare solo il problema della giustificazione (o valutazione) di ipotesi già formulate. Ciò significa che il metodo scientifico consiste, essenzialmente, in un insieme di norme – ovvero, equivalentemente, regole, massime, standard, principi ecc. – che presiedono alla scelta fra teorie rivali, permettendo una valutazione comparativa dei loro meriti sulla base dell’evidenza empirica disponibile. Tale scelta è governata, secondo la cosiddetta ‘concezione strumentale della razionalità scientifica’, dalla razionalità mezzi-fini: le norme metodologiche sono i mezzi utilizzati dagli scienziati nella scelta fra teorie, e gli scopi della scienza sono i fini che si suppone le norme metodologiche promuovano, in quanto determinano la scelta delle teorie che li realizzano nel modo migliore.<sup>3</sup>

Il problema basilare della metametodologia nasce dalla circostanza che, dopo secoli di dibattiti, non si è riusciti a giungere a una caratterizzazione condivisa del metodo scientifico. Il dissenso tra i fautori di regole di scelta teorica in conflitto è infatti un fenomeno vistoso e pervasivo nella storia della

---

<sup>2</sup> Si vedano, per esempio, Simon (1977) e Thagard (1988).

<sup>3</sup> La distinzione fra contesto della scoperta e contesto della giustificazione è stata respinta, fra gli altri, da autori come Kuhn e Feyerabend. Laudan, da parte sua, sostiene che questa riposa sull’assunto – scorretto – che gli scienziati accettino o rifiutino le teorie. Tuttavia, esiste un ampio spettro di ‘atteggiamenti cognitivi’ che i ricercatori possono tenere nei confronti di una teoria; in particolare, quando una teoria *T* appare promettente, gli scienziati continuano il lavoro di ricerca (*pursuit*) su *T* anche se questa non ha ancora dimostrato di possedere i meriti empirici che permetterebbero alla comunità scientifica di accettarla *tout court*. Pertanto, afferma Laudan, occorre render conto dell’esistenza non solo dei contesti della scoperta e della giustificazione, ma anche del ‘contesto della ricerca’ (1977, cap. III).

scienza e della filosofia; una testimonianza particolarmente vivida del suo persistere è offerta dal saggio “Scientific Change: Philosophical Models and Historical Research” (Laudan *et al.* 1986), dove si mostra come negli scritti di autori contemporanei quali Popper, Kuhn, Lakatos, Feyerabend, Toulmin e Laudan vengano proposte oltre duecentocinquanta tesi circa quello che avviene – o dovrebbe avvenire – quando una comunità scientifica abbandona una certa teoria per abbracciarne un’altra.

Il dissenso metodologico dipende, in parte, dalla circostanza che autori diversi difendono caratterizzazioni diverse dei fini cognitivi della scienza; in parte, dipende dal fatto che forniscono soluzioni diverse del problema basilare della metametodologia, che può essere così enunciato: ‘Come si può giustificare la scelta di un certo insieme di norme metodologiche?’; ‘In che modo si può sostenere che una certa norma metodologica è superiore a un’altra?’. Così, mentre la metodologia riguarda la giustificazione delle teorie scientifiche, la metametodologia riguarda la giustificazione del metodo scientifico: giustificare una norma metodologica significa mostrare che questa è uno strumento efficace per il raggiungimento dei fini della scienza – o, almeno, che è più efficace delle norme rivali. Pare lecito attendersi che, se si riuscisse a giungere a una soluzione condivisa del problema basilare della metametodologia, il fenomeno del dissenso metodologico diverrebbe significativamente meno vistoso. Qui si sosterrà che, per le ragioni illustrate in particolare nel paragrafo 6, il naturalismo normativo non può aspirare allo status di soluzione condivisa del problema della giustificazione del metodo.

### **3. La storia della scienza come giudice delle controversie metodologiche**

La soluzione del problema della giustificazione del metodo scientifico proposta da Laudan discende dalla sua analisi della struttura implicita (o ‘nascosta’) delle norme metodologiche, che di solito vengono enunciate come imperativi categorici (per esempio: ‘Non si deve fare ricorso a ipotesi *ad hoc*’, ‘Bisogna accettare una teoria solo se questa riesce a spiegare tutti i successi delle teorie precedenti’, ‘Bisogna preferire le teorie semplici rispetto a quelle complesse’ ecc.). Secondo Laudan, tale modalità di enunciazione può risultare fuorviante, innanzitutto poiché può indurre a trascurare il fatto che le norme metodologiche non vengono mai proposte in un ‘vuoto assiologico’: chi difende una norma lo fa perché ritiene che seguirla “promuoverà certi fini cognitivi ai quali tiene” (1996, p. 132). Le norme metodologiche devono dunque essere intese non come imperativi categorici della forma



(0) Si deve fare  $x$ ,

bensi come imperativi ipotetici della forma

(1) Se si vuole raggiungere il fine  $y$ , occorre fare  $x$ .

In (1), l'antecedente riguarda un certo fine (valore, scopo, obiettivo), il conseguente suggerisce come procedere per promuovere la realizzazione di tale fine. Così, per esempio, la citata norma che raccomanda di non fare ricorso a ipotesi *ad hoc* deve essere analizzata nei seguenti termini: 'Se si vogliono formulare teorie rischiose, allora non si deve fare ricorso a ipotesi *ad hoc*'. Per Laudan, dunque, tutte le norme metodologiche "si comprendono meglio quando le si intende come relativizzate a un certo fine cognitivo" (ivi, p. 260, nota 17).

Dall'analisi della struttura implicita delle norme metodologiche emerge, secondo Laudan, che la loro enunciazione in forma di imperativi categorici può rivelarsi fuorviante anche per una seconda ragione: può far pensare che si tratti di enunciati privi di valore di verità. Tuttavia, una caratteristica distintiva delle norme metodologiche, messa in luce dalla loro analisi in termini di imperativi ipotetici, è che queste asseriscono l'esistenza di una relazione fra certi mezzi e certi fini cognitivi. Infatti, qualsiasi imperativo della forma 'Se si vuole raggiungere il fine  $y$ , occorre fare  $x$ ' "presuppone che 'fare  $x$ ', di fatto, promuoverà o tenderà a promuovere  $y$ , ovvero condurrà più vicino alla realizzazione di  $y$ " (ivi, p. 133).<sup>4</sup> Ciò significa che, quando si adotta una norma che raccomanda di fare  $x$  per raggiungere il fine  $y$ , ci si impegna a "credere che fare  $x$  dà qualche possibilità di promuovere  $y$ " (*ibidem*), ovvero ci si impegna nei confronti di un enunciato dotato di valore di verità concernente la relazione fra un certo mezzo e un certo fine; la giustificazione dell'imperativo dipende dunque dalla verità dell'enunciato in questione.

La principale tesi metametodologica di Laudan è che la giustificazione delle norme metodologiche può essere conseguita *solo* attraverso un'estesa indagine della storia della scienza: una norma del tipo 'Se si vuole raggiungere il fine  $y$ , allora occorre fare  $x$ ' sarà ritenuta giustificata solo se, dopo un esame accurato della storia della scienza, si potrà affermare che in passato: (a) fare  $x$  ha condotto, in un significativo numero di casi, all'esito  $y$ ; e (b) non vi sono altri metodi che, in un numero altrettanto significativo di casi, abbiano condotto all'esito desiderato.

---

<sup>4</sup> Occorre segnalare che Laudan è sempre piuttosto vago circa il significato di espressioni come 'promuovere  $y$ ', 'tendere a promuovere  $y$ ', 'condurre più vicino alla realizzazione di  $y$ '.

Le considerazioni svolte nel capoverso precedente aiutano a mettere in evidenza che, per Laudan, le norme metodologiche sono null'altro che ipotesi empiriche circa il modo in cui, nel nostro mondo fisico, determinati mezzi sono correlati a determinati fini; dal punto di vista epistemico si collocano, dunque, sullo stesso piano delle teorie scientifiche, e devono essere valutate nello stesso modo – cioè, scientificamente – in cui vengono valutate le ipotesi di qualsiasi scienza empirica. In particolare, come la scelta fra teorie scientifiche rivali dipende in modo cruciale da considerazioni relative ai meriti empirici delle alternative in competizione, così la scelta fra metodologie rivali dipende dall'efficacia, empiricamente accertata, con cui i metodi da queste prescritti – le norme metodologiche appunto – hanno promosso la realizzazione di certi fini. Il metametodologo, impegnato nella scelta tra “famiglie di regole metodologiche”, deve pertanto affrontare “un compito non più – e, mi affretto ad aggiungere, non meno – problematico della scelta fra teorie rivali” (ivi, p. 134).

La metametodologia si configura dunque, a parere di Laudan, come una disciplina schiettamente empirica, ma la naturalizzazione non comporta la rinuncia al suo statuto normativo: “*si può mostrare che una metodologia completamente ‘scientifica’ e robustamente ‘descrittiva’ avrà conseguenze normative*” (ivi, p. 133). Una volta appurato, attraverso l'indagine storica, che in passato l'impiego di una certa norma ha promosso il raggiungimento di un certo fine, si potrà infatti usare l'evidenza storica accumulata per sostenere che coloro i quali, in futuro, vorranno perseguire quel fine, dovranno impiegare la norma in questione. Sulla scorta di tali considerazioni, Laudan propone un principio metametodologico per la scelta delle norme metodologiche che si può così parafrasare:

- (L) Due norme metodologiche  $R_1$  ed  $R_2$  sono considerate norme metodologiche rivali se suggeriscono mezzi diversi per il raggiungimento del medesimo fine cognitivo  $F$  – per esempio, se  $R_1$  suggerisce il mezzo  $M_1$  ed  $R_2$  suggerisce il mezzo  $M_2$ . Se, sulla base di un'estesa indagine della storia della scienza, può essere accettata come vera (o probabilmente vera) l'ipotesi fattuale che finora  $M_1$  ha promosso il raggiungimento di  $F$  meglio di  $M_2$ , allora si deve concludere che in futuro  $M_1$  continuerà ad essere più efficace di  $M_2$  nella promozione di  $F$ ; di conseguenza, si deve considerare giustificata la norma  $R_1$ .<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Laudan formula così il suo principio metametodologico: “Se in passato azioni del tipo  $m$  hanno coerentemente promosso certi fini cognitivi  $e$ , mentre azioni rivali del tipo  $n$  non sono riuscite a farlo, allora si deve assumere che le azioni future conformi alla regola ‘Se si vuole rag-

Utilizzando L, si potranno classificare le norme sottoposte alla valutazione del metametodologo in tre categorie:

- (1) *giustificate*, in quanto l'evidenza storica a disposizione mostra che la loro applicazione ha condotto alla realizzazione dei fini a cui sono dirette meglio delle norme rivali;
- (2) *non giustificate*, in quanto l'evidenza storica a disposizione mostra che la loro applicazione non ha condotto alla realizzazione dei fini a cui sono dirette meglio delle norme rivali;
- (3) *dallo statuto incerto*, in quanto l'evidenza storica a disposizione non permette di stabilire se la loro applicazione ha condotto alla realizzazione dei fini a cui sono dirette meglio delle norme rivali.

Laudan ammette senza difficoltà che L non è uno strumento di scelta particolarmente sofisticato, ma afferma che al metametodologo non serve altro per *iniziare* il suo lavoro: applicazioni ripetute di L daranno presto luogo all'edificazione di un corpus di "norme di sostegno evidenziale più complesse e interessanti" (ivi, p. 136).<sup>6</sup>

Questa, in estrema sintesi, la soluzione del problema della giustificazione del metodo proposta da Laudan. Qui occorre rilevare che, grazie allo studio della storia della scienza, Laudan ritiene di poter conseguire un risultato di grande portata, e cioè la valutazione di intere teorie della scienza. Come si è accennato, all'incirca a partire dall'inizio degli anni Sessanta i filosofi postpositivisti hanno duramente contestato l'immagine del sapere scientifico proposta dagli empiristi logici. Alla progressiva dissoluzione del fronte dei sostenitori del neoempirismo ha dunque fatto seguito la proliferazione di teorie della scienza rivali, nessuna delle quali, però, è riuscita a conquistare consensi particolarmente ampi. Tali teorie condividono un'importante caratteristica, ovvero che, almeno secondo i loro fautori, sono state formulate sulla base di un esa-

---

giungere il fine *e*, allora si dovrebbe fare *m*' promuoveranno tali fini più probabilmente di quanto faranno azioni conformi alla regola 'Se si vuole raggiungere il fine *e*, allora si dovrebbe fare *n*'" (1996, p. 135). Il problema della scelta fra norme metodologiche rivali potrebbe essere affrontato ricorrendo alla teoria delle decisioni. Tuttavia, Laudan non segue questa strada, probabilmente poiché è persuaso che l'uso dell'armamentario concettuale di tale teoria comprometterebbe il carattere naturalistico del suo approccio al problema della giustificazione del metodo. Per una discussione più ampia dei meriti che Laudan attribuisce a L, si veda il paragrafo 3.

<sup>6</sup> Occorre osservare che Laudan non è mai esplicito circa queste norme più complesse e interessanti: piuttosto sorprendentemente, sembra accontentarsi dell'affermazione di principio che emergeranno a seguito dell'uso di L.

me scrupoloso della storia e della pratica della scienza, e dunque forniscono un'immagine accurata dello sviluppo del sapere scientifico. Laudan ritiene che la situazione sia molto diversa: nella grande maggioranza dei casi, afferma, le immagini della scienza con cui gli esponenti della scuola storica vorrebbero sostituire quella neoempirista “non sono state controllate in modo estensivo e sistematico mettendole a confronto con i dati empirici” (Donovan, Laudan e Laudan 1988, p. 5). Così, sebbene il ricorso ai *case studies* caratterizzi il lavoro di molti epistemologi attivi a partire dagli anni Sessanta, agli esempi storici discussi nei loro testi si può riconoscere, tutt'al più, “valore *illustrativo*, non *probante*” (*ibidem*): l'evidenza a disposizione non consente di effettuare una valutazione obiettiva dei meriti delle loro proposte teoriche. Se si vuole evitare che l'approccio storico alla filosofia della scienza si riduca a un mero slogan, occorre operare un controllo empirico sistematico di almeno alcune tesi centrali dei postpositivisti. Tale controllo costituisce l'obiettivo di un ambizioso programma di ricerca in cui Laudan si è impegnato, soprattutto nella seconda metà degli anni Ottanta, in collaborazione con studiosi come Arthur Donovan, Rachel Laudan, Peter Barker, Harold Brown, Jarrett Leplin, Paul Thagard e Steve Wykstra, e culminato con la pubblicazione del volume *Scrutinizing Science* (Donovan, Laudan e Laudan, a cura di, 1988).<sup>7</sup>

Secondo Laudan, il ricorso alla storia consentirà di mettere fine agli interminabili battibecchi fra le contrapposte scuole metodologiche, poiché L è uno strumento di scelta della cui imparzialità sarebbe irragionevole dubitare. Numerosi critici lamentano però che, per operare una valutazione scientifica di norme metodologiche rivali – o addirittura di intere teorie della scienza –, sarebbe necessario sapere, fin dall'inizio, come occorre procedere per operare il controllo empirico delle teorie scientifiche. Tuttavia, stabilire come occorre procedere per operare tale controllo significa risolvere il problema della giustificazione del metodo scientifico; pertanto, in effetti Laudan presuppone la bontà della sua soluzione del problema basilare della metametodologia, che invece dovrebbe dimostrare. Nel prossimo paragrafo si discuteranno questa e altre obiezioni nei confronti del naturalismo normativo.

#### 4. Circolarità, pluralismo metodologico e relativismo

Fra i critici del programma metametodologico laudariano è opportuno ricordare, innanzitutto, Colin Howson. In un saggio polemicamente intitolato “The

---

<sup>7</sup> Per una valutazione critica del volume si vedano, in particolare, Hoch (1990) e Curtis (1990).

Poverty of Historicism” (1990), questi ha sostenuto che l’idea di usare la storia della scienza come arbitro delle contese metodologiche dà luogo a un dilemma. Infatti, afferma Howson, la giustificazione delle norme metodologiche può avvenire in due modi, cioè a priori o a posteriori. Naturalmente, Laudan non può scegliere il primo corno del dilemma, poiché ciò equivarrebbe ad abbandonare una premessa fondamentale del suo programma, ovvero quella secondo cui la scuola storica ha mostrato che qualunque teoria della scienza, per poter essere considerata almeno plausibile, deve tenere in seria considerazione la – o meglio, essere saldamente radicata nella – storia della scienza. Pertanto, Laudan è costretto a scegliere il secondo corno del dilemma, optando per una procedura di giustificazione a posteriori. Tuttavia, secondo Howson è evidente che la sua impresa non può nemmeno avere inizio. Infatti, qualunque affermazione relativa alla giustificazione di una norma metodologica pronunciata da un ricercatore impegnato in un esame della storia della scienza richiederebbe l’appello a un principio metodologico che garantisca la giustificazione di tale affermazione. Ma l’appello a un simile principio metodologico richiederebbe, a sua volta, l’appello a un altro principio metodologico, e così via. La scelta di un approccio a posteriori nella giustificazione delle norme metodologiche conduce, dunque, o a un regresso all’infinito, o a una *petitio principii*; la soluzione del problema della giustificazione del metodo proposta da Laudan si rivela, pertanto, impraticabile.<sup>8</sup>

Sebbene vengano presentate in modo indubbiamente molto efficace, tali critiche non preoccupano Laudan, secondo cui Howson sta proponendo un falso dilemma. Infatti, l’obiezione per cui, al fine di controllare scientificamente le norme metodologiche, occorre sapere fin dall’inizio come occorre procedere per effettuare il controllo delle teorie scientifiche, è priva di efficacia, in quanto si fonda su un presupposto chiaramente insostenibile. Il presupposto di Howson è che il metametodologo possa, in qualche modo, guadagnare una posizione esterna alla pratica della ricerca scientifica – una posizione a partire dalla quale gli sarebbe possibile attingere, aprioristicamente, un insieme di principi metodologici incrollabili e autoevidenti. Secondo Laudan, l’idea di una “metodologia fatta in poltrona” (1984, p. 57) è però non meno risibile di quella di una chimica o di una fisica fatte in poltrona. L’insuccesso di generazioni di filosofi che, nel chiuso dei loro studi, hanno tentato di enunciare, avvalendosi del puro ragionamento, un insieme di norme indisputabili per la valutazione delle teorie, suggerisce infatti che la costruzione a priori di una metodologia

---

<sup>8</sup> Considerazioni analoghe sono state svolte, fra gli altri, da Preston (1994) e Worrall (1988; 1999).

per le scienze empiriche è un'impresa disperata. Inoltre, un metodologo naturalista non può che considerare non viziosa la circolarità tanto temuta da Howson. Data la continuità fra scienza e filosofia, questa non può arrogarsi il ruolo di giudice di ultima istanza dei prodotti di quella. Così, il metametodologo deve cercare di fare del suo meglio servendosi delle limitate risorse di cui dispone. Ciò significa che, armato dei suoi giudizi informati – ma non per questo presunti infallibili – circa le connessioni fra certi mezzi e certi fini cognitivi, assume, almeno in via provvisoria, la validità dei metodi che la scienza di fatto usa per studiare il mondo – fra i quali occupano un posto importante quelli induttivi, a cui L è chiaramente ispirata. Tuttavia, nulla impedisce che, in seguito, giunga a persuadersi che occorre respingere quegli stessi metodi, per esempio poiché il loro uso ha condotto a scoperte fattuali che ne hanno messo in luce la debolezza; dal punto di vista di un naturalista, una simile successione di eventi non ha nulla di sorprendente, poiché “si apprendono in continuazione nuove cose sul mondo e su noi stessi quali osservatori del mondo” (ivi, p. 55).

La polemica fra Howson e Laudan può ricordare un litigio fra sordi. Infatti, l'antinaturalista afferma che la giustificazione delle norme non può aver luogo a posteriori, pena la circolarità; il naturalista ribatte che la circolarità è evidente, ma costituisce un aspetto così pervasivo di tutte le indagini umane da non poter destare alcuna seria preoccupazione. Certo, l'antinaturalista potrebbe insistere che, in sede di discussione metametodologica, vengono invocati concetti come ‘conoscenza’, ‘verità’ ecc., che non si prestano a un'indagine empirica, poiché la loro definizione è di pertinenza della filosofia; ma il naturalista ribatterebbe che non si capisce da dove l'avversario tragga tale discutibile convinzione. Con ogni evidenza, il disaccordo fra i contendenti concerne dunque, innanzitutto, l'esistenza di un metro di paragone neutrale in base al quale sarebbe possibile valutare i meriti delle rispettive posizioni.

Tuttavia, c'è un terreno sul quale Laudan non può rifiutare di essere valutato, cioè quello dell'effettiva fruttuosità del suo programma di ricerca metametodologico. A questo riguardo, anche i lettori che simpatizzano con la sua difesa del naturalismo dovranno convenire che, negli oltre vent'anni trascorsi dalla pubblicazione di *La scienza e i valori* (1984), il naturalismo normativo non ha prodotto risultati degni di nota. In particolare, la promessa di giungere, grazie ad applicazioni ripetute di L, all'articolazione di un corpus di norme di valutazione sofisticate e interessanti, non è stata mantenuta. Un rapido sguardo alle pubblicazioni di Laudan è sufficiente per convincersi che il suo programma di ricerca non è mai riuscito a decollare; usando un'espressione di Lakatos, si può anzi affermare che si tratta di un programma di ricerca regressi-

vo. Certo, non si può escludere che, in un futuro non lontano, inizi a produrre frutti copiosi; tuttavia, fino a quel momento si dovranno giudicare insoddisfacenti le repliche di Laudan alle critiche di Howson. Laudan, infatti, si trova nella non invidiabile situazione di chi insiste che la metodologia è una disciplina empirica, ma può portare a sostegno della sua tesi solo argomentazioni piuttosto astratte, le quali mostrano, tuttalpiù, che la giustificazione a posteriori delle norme – e dunque la naturalizzazione della metodologia – è, in linea di principio, possibile.

Un altro importante attacco al programma metametodologico di Laudan è stato portato da John Worrall, il quale ha denunciato il rischio che il naturalismo normativo conduca a esiti relativistici. Laudan, infatti, ha proposto il cosiddetto ‘modello reticolare della razionalità scientifica’ (1984, pp. 85-90), caratterizzato dalla tesi che tutti gli elementi costitutivi della conoscenza scientifica – non solo le teorie, ma anche i metodi e i fini perseguiti dalla comunità scientifica – sono soggetti a mutamento, e in effetti sono mutati nel corso del tempo.<sup>9</sup> Worrall, d’altro canto, sostiene il monismo metodologico: a suo avviso, esiste un metodo che accomuna tutte le discipline scientifiche (monismo metodologico *sincronico*), e le norme che lo costituiscono non mutano nel corso del tempo (monismo metodologico *diacronico*). Secondo Worrall, l’invarianza dei criteri di valutazione delle teorie deve essere considerata un’autentica benedizione, poiché in mancanza di simili criteri non vi sarebbe alcun punto di vista oggettivo a partire dal quale sostenere che nella storia della scienza si è avuto del progresso, e si potrebbe affermare, tuttalpiù, che si è avuto progresso “*relativamente agli standard che, di fatto, accettiamo*” (1988, p. 274): se la tesi della varianza metodologica difesa da Laudan fosse vera, ne seguirebbe il relativismo.

Quest’ultima affermazione dimostra, a parere di Laudan, che Worrall non ha ben compreso il senso della sfida lanciata dal relativista ai difensori del metodo scientifico. Al relativista, infatti, non interessa tanto sostenere la mutevolezza del metodo, quanto mettere in dubbio che le norme che lo costituiscono siano provviste di un’adeguata giustificazione; e invocare la presunta invarianza delle norme non equivale certo a dimostrare che queste sono giustificate (1996, pp. 167-168). Worrall ha ribattuto che il relativismo, “per come *Laudan* lo definisce, è inevitabile” (1989, p. 381), poiché, a partire dalla sua soluzione del problema basilare della metametodologia, per il relativista è facilissimo generare un regresso all’infinito. Infatti, secondo Laudan le norme

---

<sup>9</sup> Un’ampia discussione storica a sostegno di questa tesi è offerta da Laudan in *Scienza e ipotesi* (1981a).

metodologiche vengono giustificate conducendo un'indagine storica volta ad accertare l'effettiva sussistenza delle connessioni tra mezzi e fini che queste, sia pure ellitticamente, asseriscono. Ma per sottoporre a controllo l'efficacia di una data norma, il metametodologo deve assumere preliminarmente la validità di un'altra norma, che specifica come controllare la norma sotto esame; pertanto, afferma Worrall – la cui obiezione è evidentemente connessa con quella, già discussa, di Howson –, la soluzione laudaniana del problema della giustificazione del metodo scientifico è esposta al rischio di un regresso all'infinito.

Laudan ha tentato di difendersi da questo genere di accuse richiamando l'attenzione su due caratteristiche molto importanti di L. Innanzitutto, L è una buona regola di apprendimento dall'esperienza; in effetti, afferma, se L non è una buona regola, “allora nessuna regola lo è” (1996, p. 135). In secondo luogo, L si configura come “uno strumento neutrale e imparziale per scegliere fra le metodologie rivali” (*ibidem*), dato che viene universalmente accettata dai filosofi della scienza: perfino Popper, che pure non abbandona mai la sua polemica antinduttivista, deve accettarla almeno in modo implicito, poiché altrimenti non potrebbe sostenere razionalmente la tesi – centrale per la sua concezione della scienza – secondo cui le teorie che hanno superato controlli severi (le teorie ‘corroborate’) devono essere preferite alle teorie che non ne hanno superati. L, dunque, offre un “punto di vista quasi archimedeo” (*ibidem*) a partire dal quale è possibile dirimere le controversie fra scuole metodologiche in conflitto, poiché il dibattito fra metodologi non si spingerà al punto di metterne in dubbio la validità.

Queste osservazioni non stabiliscono l'impossibilità di generare un regresso all'infinito nel processo di giustificazione: anche se è probabile che la grande maggioranza dei metodologi convenga nel considerare del tutto evidente la validità di L, qualcuno potrebbe sempre richiedere una giustificazione esplicita della regola – giustificazione che, a parere di Worrall, non può essere fornita in termini naturalistici. Laudan non ha mai discusso esplicitamente quest'ultima questione, ma non è difficile immaginare la controreplica che, se fosse messo alle strette, opporrebbe a Worrall.

L viene presentata da Laudan come “un principio metametodologico generale a favore del quale militano ragioni epistemologicamente cogenti” (Sankey 1997, p. 178); così, sebbene non si possa escludere che un relativista particolarmente pugnace si ostini a richiedere una giustificazione conclusiva della regola, a tale possibilità non è lecito attribuire alcun particolare significato. Infatti, in primo luogo, data la logica della giustificazione, si tratta di una possibilità che non può *mai* essere esclusa. Come sottolinea Sankey (*ivi*, p. 184, nota 19), una giustificazione – nel senso in cui il termine viene inteso qui – non



è altro che un argomento, in cui, come in qualsiasi argomento, alcune premesse vengono offerte come ragioni a favore di una certa conclusione. Naturalmente, le premesse di un argomento sono assunti che non vengono difesi nell'ambito dell'argomento medesimo; pertanto, qualsiasi argomento può essere criticato mettendone in dubbio le premesse. Ma ciò significa che qualsiasi giustificazione di L sarebbe passibile di critiche formulate mettendone in discussione le premesse; pertanto, una giustificazione ultima di L – ‘ultima’ nel senso richiesto per escludere la possibilità di un regresso all’infinito – è impossibile, e non c’è ragione di rimproverare Laudan per il fatto di non averne fornita una. In secondo luogo – e questa considerazione ci pare di gran lunga più importante della precedente – Laudan ritiene di potersi disinteressare dell’eventuale “richiesta di una giustificazione ultima (o ‘superiore’)” (ivi, p. 180) di L in virtù dell’orientamento naturalista della sua metametodologia.<sup>10</sup> Dal suo punto di vista, infatti, il relativista pretende di far valere standard di giustificazione epistemica del tutto inappropriati, i quali non hanno cittadinanza nella scienza empirica a cui il naturalismo normativo si ispira, visto che nella scienza non si riscontra l’ossessione – eminentemente filosofica – per giustificazioni ultime o superiori. La minaccia del relativismo paventata da Worrall risulta dunque, per Laudan, tutt’altro che preoccupante.<sup>11</sup>

Del resto, alla luce del modello reticolare della razionalità scientifica, qualche concessione al relativismo appare inevitabile. Come si è visto, la tesi centrale del modello è che non solo le teorie, ma anche i metodi e i fini della scienza sono soggetti a mutamento. Ma ammettere che i metodi e i fini della scienza sono soggetti a mutamento significa ammettere di non disporre di criteri invarianti in base ai quali giudicare le controversie metodologiche e assiologiche – un esito non sorprendente, se si tiene presente che il naturalista respinge l’idea di principi di razionalità codificabili a priori. A questo proposito, Karyn Freedman (2006, pp. 319-320) ha sostenuto che, per un naturalista normativo, accettare le implicazioni relativistiche del modello reticolare non significa privarsi della possibilità di esprimere giudizi sulla razionalità dell’accettazione di teorie, metodi e fini. Infatti, è comunque possibile operare una distinzione fra ciò che un singolo individuo considera razionale e ciò che è razionale alla lu-

---

<sup>10</sup> Sulla scorta di tali considerazioni, Laudan potrebbe rispondere anche alla critica sollevata, fra gli altri, da Losee (2004, p. 135), secondo cui il naturalismo normativo attribuisce a L lo status – incompatibile con lo spirito del modello reticolare della razionalità scientifica – di norma inviolabile.

<sup>11</sup> In *Scienza e relativismo* (1990, p. 133), Laudan fa polemicamente riferimento al “solito gioco filosofico della ‘crescita giustificatoria’ al quale non voglio assolutamente partecipare”.

ce degli standard adottati nell'ambito della comunità o della tradizione a cui l'individuo appartiene. Ciò che risulta razionale in questo secondo senso, se non può dirsi oggettivamente razionale, è razionale almeno intersoggettivamente – ovvero, quanto basta perché il relativismo non degeneri, portando alla conclusione che qualsiasi teoria, metodo o fine è buono quanto qualsiasi altro. Accettare il modello reticolare significa, dunque, riconoscere di non disporre di criteri in base ai quali giustificare un ordinamento 'globale' di teorie, metodi e fini; ma dal punto di vista di un naturalista, non c'è alcuna ragione di dolersi di questo fatto.

### **5. Opacità dell'evidenza storica e giustificazione a priori delle norme**

La discussione svolta nel paragrafo precedente mette in luce che, nella polemica fra Laudan e i suoi critici a proposito della giustificazione del metodo scientifico, la scelta dell' 'arma' determina l'esito dello scontro. Infatti, se si sostiene, con Howson e Worrall, che qualunque procedura di giustificazione a posteriori comporta una circolarità viziosa, allora la proposta metametodologica di Laudan si rivela evidentemente irricevibile. D'altro canto, se si segue Laudan nel ritenere che la circolarità paventata dagli antinaturalisti non sia viziosa, e che l'approccio aprioristico alla giustificazione del metodo sia sterile, in quanto il puro ragionamento non può offrire indicazioni utili circa l'effettivo funzionamento del mondo fisico in cui il metodo deve essere applicato, allora le obiezioni di Howson e Worrall risultano tutt'altro che cogenti. Si è inoltre rilevato che, considerati i risultati fino a questo momento conseguiti da Laudan, il suo programma di ricerca metametodologico deve ritenersi regressivo. Certo, le osservazioni svolte non dimostrano che sia destinato al fallimento; tuttavia, in questo paragrafo si discuteranno alcune obiezioni che, considerate nell'insieme, sembrano deporre fortemente a favore della tesi che la metodologia non può essere naturalizzata nel modo che Laudan vorrebbe.

Innanzitutto, Laudan sembra trascurare alcune difficoltà importanti a cui uno studioso impegnato nella concreta implementazione del suo programma di ricerca metametodologico andrebbe inevitabilmente incontro. Per esempio, non è affatto ovvio che un'analisi accurata della storia della scienza consentirebbe di stabilire in quale misura l'utilizzo di certi mezzi cognitivi  $x$  ha promosso la realizzazione di certi fini cognitivi  $y$ . Infatti, come ha rilevato Baumslag (2000, pp. 272-273; 2001, pp. 121-122) prendendo spunto dagli esiti della riflessione di Lakatos, il prevalere di un programma di ricerca scientifico sui suoi rivali è determinato da svariati fattori: oltre che dell'efficacia del-

le norme di scelta teorica utilizzate dai suoi fautori, bisogna tener conto, fra l'altro, del sostegno finanziario di cui il programma gode, nonché del numero e del talento degli scienziati coinvolti nel suo sviluppo. Non è dunque implausibile immaginare una situazione come la seguente.

Siano  $R_1$  ed  $R_2$  due norme metodologiche rivali, cioè due norme che, secondo i loro fautori, conducono al medesimo fine, che denoteremo con  $F$ ; sia  $M_1$  il mezzo per il raggiungimento di  $F$  raccomandato da  $R_1$ , ed  $M_2$  il mezzo per il raggiungimento di  $F$  raccomandato da  $R_2$ . Si supponga che  $M_1$  sia più efficace di  $M_2$  nella promozione di  $F$ . Si supponga, inoltre, che i fautori di  $M_1$  lavorino nell'ambito del programma di ricerca  $P_1$ , e che i fautori di  $M_2$  lavorino nell'ambito del programma di ricerca  $P_2$ , che è in competizione con  $P_1$ . La maggiore efficacia di  $M_1$  nella promozione di  $F$  non implica che  $P_1$  sia destinato a prevalere su  $P_2$ : se  $P_2$  gode di un sostegno finanziario considerevolmente maggiore di  $P_1$ , e se nel suo sviluppo sono impegnati scienziati più numerosi e più talentuosi di quelli coinvolti nello sviluppo di  $P_1$ , è probabile che  $P_2$  prevalga su  $P_1$ .

In un simile scenario, accertare la maggiore efficacia di  $M_1$  rispetto a  $M_2$  nella promozione di  $F$  risulterebbe molto difficile. Infatti, come mostrano, per esempio, i *case studies* raccolti in *Scrutinizing Science*, l'inevitabile punto di partenza dello studioso che si propone di giungere alla risoluzione dei disaccordi metodologici attraverso lo studio della storia della scienza è costituito dall'analisi di episodi in cui un programma di ricerca ne soppianta un altro. Ma nella situazione considerata da Baumslag, l'analisi di tali episodi può rivelarsi decisamente fuorviante, poiché la maggiore efficacia di  $M_1$  nella promozione di  $F$  verrà molto probabilmente oscurata dal successo di  $P_2$ . Sulla scorta di tali considerazioni, afferma Baumslag, anche ammettendo che sia in qualche modo possibile appurare la maggiore efficacia di  $M_1$ , le inferenze circa la sua futura efficacia in altre situazioni, caratterizzate da condizioni di contorno diverse, appaiono molto problematiche.

Sebbene Laudan non abbia mai risposto all'obiezione di Baumslag, si può ipotizzare che la respingerebbe, forse sostenendo che è valida solo a due condizioni: (a) considerare tempi molto brevi; e (b) assumere che tutte le norme di scelta teorica associate a  $P_1$ , eccezion fatta per  $M_1$ , siano meno efficaci, nella promozione dei loro rispettivi fini, delle norme associate a  $P_2$ . Infatti, se nell'ambito di  $P_2$  si utilizzano norme più efficaci di quelle utilizzate nell'ambito di  $P_1$ , con ogni probabilità, nei tempi lunghi  $P_2$  prevarrà su  $P_1$ . Poiché lo storico generalmente intraprende le sue ricerche molto tempo dopo il verificarsi degli eventi oggetto della sua attenzione, non c'è ragione di temere che, concentrandosi su casi paradigmatici di progresso scientifico, il fautore del natu-

ralismo normativo venga condotto fuori strada nella valutazione dell'efficacia delle norme.

In ogni caso, Laudan non può ignorare che i documenti sulla cui base si scrive la storia della scienza registrano, nella grande maggioranza dei casi, le vicende delle teorie e dei programmi di ricerca in competizione, non quelle delle norme metodologiche; pertanto, lo studioso che si volge alla storia nella speranza di accertare la validità di queste ultime rischia di non poterne ricavare molte informazioni rilevanti. Inoltre, appare curioso che Laudan, il quale è un fine storico della filosofia e della metodologia, decida di passare sotto silenzio una circostanza che non può ignorare, cioè che, quando si tratta di ricostruire e interpretare il passato, le controversie fra studiosi non sono l'eccezione ma la regola; risulta dunque difficile immaginare che i dibattiti fra gli storici lascino il posto all'immediato emergere di un ampio consenso solo quando l'oggetto dell'indagine sono le norme metodologiche.

Fra quanti hanno insistito sul rischio che la ricerca storica si riveli tutt'altro che decisiva nella risoluzione dei dissensi metodologici, occorre ricordare James T. Cushing (1989). Il programma metametodologico laudiano mira, come si è visto, all'individuazione di relazioni empiricamente robuste tra mezzi e fini cognitivi. Richiamandosi in particolare al lavoro di Arthur Fine (1986a; 1986b), Cushing suggerisce che potrebbe non esserci un corpus di norme metodologiche valide per la scienza nella sua interezza: nulla impedisce di ipotizzare che le relazioni tra mezzi e fini cognitivi faticosamente individuate attraverso la ricerca storica si rivelino valide solo 'localmente', cioè per alcune discipline ma non per altre, o addirittura solo per ristrette aree di indagine.<sup>12</sup> In effetti, l'idea della sostanziale disunità metodologica della scienza sembra in pieno accordo con lo spirito del modello reticolare – che riconosce esplicitamente la varianza di tutte le componenti della conoscenza scientifica –, e non è chiaro in che modo potrebbe essere riconciliata con la soluzione laudiana del problema della giustificazione del metodo. Secondo Laudan, una filosofia della scienza credibile dovrebbe fondarsi su una base di dati che includa “praticamente tutti gli episodi storici, ampiamente citati e familiari, della scienza fisica successiva al Cinquecento” (Laudan *et al.* 1986, p. 149). Tuttavia, se è vero – come Laudan sostiene – che fini e metodi della scienza hanno cono-

---

<sup>12</sup> Lo stesso Laudan ha affermato che “il ‘metodo scientifico’ così agognato potrebbe essere un fuoco fatuo. Andare alla ricerca delle regole de *il* metodo scientifico significa presupporre che ci sia soltanto un mezzo legittimo per conseguire gli scopi cognitivi condivisi della scienza. Poiché ci può ben essere tutta una varietà di regole metodologiche che conducono in modo altrettanto valido al conseguimento dei nostri valori cognitivi, ne segue che la coesistenza di metodi non identici di indagine può essere certamente una caratteristica permanente della vita scientifica” (1984, p. 53).

sciuto, nel corso della storia, mutamenti molto significativi, allora risulta “semplicemente impossibile che ‘praticamente tutti’ i casi storici esibiscano lo stesso pattern di regole metodologiche” (Niiniluoto 1999, p. 16).

Laudan potrebbe forse rispondere a queste critiche facendo osservare che la tesi della disunità metodologica della scienza non implica una forma estrema di pluralismo metodologico. Così, sebbene la varianza delle norme sia un fenomeno innegabile e pervasivo, legato alla circostanza che si apprendono continuamente nuove cose sul mondo e sugli esseri umani come osservatori del mondo, è comunque possibile operare, grazie all’uso di L, alcune generalizzazioni di basso livello circa le relazioni fra certi mezzi e certi fini cognitivi.

Per esempio, in *La scienza e i valori* Laudan ha brevemente discusso il caso dell’effetto placebo. A causa dell’effetto placebo, spesso capita che i pazienti riferiscano un miglioramento delle proprie condizioni dopo aver assunto sostanze che, a loro insaputa, sono farmacologicamente inattive. Secondo la ricostruzione di Laudan (1984, p. 56), prima della scoperta dell’effetto placebo gli scienziati consideravano i semplici esperimenti controllati un test affidabile dell’efficacia farmacologica di farmaci e terapie. Dopo la scoperta dell’effetto placebo, divenne evidente che gli esperimenti controllati non sono sufficienti per accertare l’efficacia di farmaci e terapie, e si iniziò dunque a ricorrere agli esperimenti in singolo cieco, caratterizzati dal fatto che i pazienti non sanno se sta venendo loro somministrata una sostanza farmacologicamente attiva o un placebo. Tuttavia, in seguito si scoprì che i medici trasmettono inconsapevolmente ai pazienti le proprie aspettative circa l’efficacia dei farmaci, influenzando in tal modo l’attendibilità dei loro resoconti. Pertanto, gli scienziati decisero di ricorrere agli esperimenti in doppio cieco, caratterizzati dal fatto che né i pazienti né i medici sanno se la sostanza assunta dai pazienti è farmacologicamente attiva o è un placebo. Questo esempio mostra, secondo Laudan, che le nostre idee circa i metodi più appropriati di indagine sono influenzate in modo molto significativo dalle nostre credenze fattuali, che “modellano i nostri atteggiamenti metodologici” (ivi, p. 57); inoltre, sulla base di tale ricostruzione, può ritenersi giustificata la seguente norma metodologica:

(R.DC) Se si vuole accertare l’efficacia di un farmaco o di una terapia nella cura di esseri umani, allora occorre fare uso di esperimenti in doppio cieco.<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> Per una trattazione più ampia dell’effetto placebo si veda Grünbaum (1993).

Laudan potrebbe forse sostenere che, in virtù della loro portata molto ristretta, generalizzazioni come R.DC non verranno scalzate a seguito del progredire della conoscenza scientifica, e andranno dunque a costituire un sia pur piccolo nucleo di norme invarianti, che è utile cercare di enunciare, sulla scorta dell'evidenza storica, nel modo più preciso possibile.

Una simile risposta darebbe però luogo ad almeno due ulteriori problemi. Innanzitutto, se il naturalismo normativo conduce effettivamente a generalizzazioni di livello così basso, non si riesce a immaginare in base a quali considerazioni Laudan possa aver deciso di promuovere l'ambizioso progetto culminato con *Scrutinizing Science*, che, come si è visto, ha di mira la valutazione della robustezza di intere teorie della scienza. Limitare così drasticamente la portata dei risultati che è possibile conseguire grazie alla storia della scienza significherebbe ammettere che, in effetti, “non c'è alcuna speranza che una teoria normativa non banale del mutamento scientifico possa superare i ‘controlli empirici’” (Niiniluoto 1999, p. 16), e dunque il programma metametodologico laudaniano si rivelerebbe di modestissimo interesse sistematico. In secondo luogo, sembra piuttosto evidente che il caso dell'effetto placebo, se da un lato può essere interpretato come una prova del fatto che le nostre conoscenze fattuali influenzano i nostri atteggiamenti metodologici, dall'altro non depone a favore del naturalismo normativo. Infatti, a determinare la preferibilità degli esperimenti in doppio cieco rispetto a quelli in singolo cieco e ai semplici esperimenti controllati è, appunto, un insieme di conoscenze fattuali circa il modo in cui gli esseri umani reagiscono alla somministrazione di quelli che credono essere farmaci e terapie; e nessuna di tali conoscenze è stata acquisita attraverso un'indagine storica del tipo che Laudan raccomanda al metametodologo.<sup>14</sup>

Noi si può poi passare sotto silenzio che i critici hanno messo in luce alcune significative disanalogie tra la proposta metametodologica di Laudan e la scienza empirica, a cui quella è dichiaratamente ispirata. Per citare solo un esempio, McArthur (2005, pp. 342-343) ha rilevato che Laudan fa ricorso a un'idea della giustificazione considerevolmente diversa da quella che caratterizza la scienza. Per il naturalista normativo, una norma può ritenersi giustificata se, sulla base dell'evidenza storica a disposizione, si può affermare che, in passato, la norma ha promosso meglio delle eventuali rivali i fini cognitivi in vista della cui realizzazione viene invocata. Tuttavia, mettere in evidenza regolarità empiriche nella correlazione tra un mezzo  $x$  e un fine  $y$  (per esempio: ‘Nel 75% dei casi, al-

---

<sup>14</sup> Va rilevato che, d'altro canto, il caso dell'effetto placebo risulta pienamente compatibile con il modello reticolare, secondo il quale le conoscenze fattuali influenzano i nostri atteggiamenti metodologici.

l'uso della norma  $x$  fa seguito la realizzazione del fine  $y$ ') non equivale a fornire una giustificazione scientifica dell'ipotesi empirica, asserita dall'imperativo ipotetico 'Se si vuole raggiungere il fine  $y$ , allora occorre fare  $x$ ', secondo cui fare  $x$  promuove la realizzazione di  $y$ . Infatti, una giustificazione scientifica di tale ipotesi richiederebbe, oltre all'evidenziazione di regolarità, l'individuazione di genuine connessioni causali fra  $x$  e  $y$ ; questo importante aspetto della teorizzazione scientifica viene però completamente trascurato da Laudan.

Nel volume *La scienza e i valori*, Laudan riconosce esplicitamente l'esistenza di svariati tipi di norme metodologiche,

da quelle molto generali ('si formulino ipotesi controllabili e semplici'), a quelle di generalità intermedia ('si accolgano i risultati degli esperimenti alla cieca doppi piuttosto che i risultati di quelli semplici'), per giungere a quelle che sono specifiche di qualche particolare disciplina o sottodisciplina ('ci si assicuri di calibrare lo strumento  $x$  rispetto allo standard  $y$ ') (1984, p. 39).

Questa classificazione potrebbe suggerire, per esempio, che norme di diversa generalità richiedono modalità di giustificazione diverse, ma Laudan insiste che tutte le norme metodologiche vengono giustificate nella stessa maniera, cioè a posteriori, studiando la storia della scienza.<sup>15</sup> Questa tesi è falsa: esistono norme che possono essere giustificate a priori, una delle quali verrà brevemente discussa nella parte finale di questo paragrafo. Per prima cosa, però, è opportuno richiamare l'attenzione sul seguente schema di norma metodologica, proposto da Ilkka Kiesepä nel contesto di un'ampia discussione su razionalismo, naturalismo e regole metodologiche:

Se esattamente le teorie dotate della proprietà  $Q$  hanno la proprietà  $P$ , allora, per scegliere una teoria dotata della proprietà  $P$ , si dovrebbe scegliere una teoria dotata della proprietà  $Q$  (2000, p. 251, nota 28).<sup>16</sup>

---

<sup>15</sup> In un'occasione Laudan riconosce che la tesi secondo cui tutte le regole metodologiche sono contingenti potrebbe essere troppo forte, poiché "si possono immaginare alcune connessioni mezzi-fini che sono, in effetti, analitiche, e la cui verità o falsità può essere accertata per mezzo dell'analisi concettuale" (1996, p. 261, nota 20). Questa concessione, tuttavia, ha carattere puramente occasionale e incidentale, ed è priva di qualsiasi conseguenza apprezzabile sulla sua riflessione metametodologica: anche se Laudan riconosce, in linea di principio, l'esistenza di norme giustificate a priori, non si preoccupa mai di intraprendere una discussione sistematica di tali norme, mentre dedica molte pagine alla difesa dell'idea che l'indagine storica è la via maestra per la soluzione del problema della giustificazione del metodo.

<sup>16</sup> La formulazione di Kiesepä è stata lievemente modificata.

Appare evidente che, se una norma metodologica è tale che (a) esemplifica lo schema di cui sopra e (b) la connessione fra la proprietà  $Q$  e la proprietà  $P$  può essere stabilita a priori, allora la norma costituisce un controesempio alla tesi laudanianiana che tutte le norme metodologiche sono giustificate a posteriori.

Un esempio di norma giustificata a priori che esemplifica lo schema di Kieppä è la regola popperiana che raccomanda di evitare le ipotesi *ad hoc*, formulata da Laudan nel modo seguente:

(R.A) “Se si vogliono sviluppare teorie molto rischiose, allora si devono evitare le ipotesi *ad hoc*” (1996, p. 133).

Come hanno notato Kaiser (1991, p. 427) e Worrall (1999, pp. 353-354), non c'è alcun bisogno di compiere un'indagine empirica per accertare la connessione fra l'antecedente e il conseguente asserita in R.A, poiché questa può essere stabilita attraverso l'analisi concettuale. Ciò risulta immediatamente evidente quando ci si chiede che cosa sono, per Popper, le ipotesi *ad hoc*.

Nella letteratura epistemologica non è facile rintracciare definizioni formali della nozione di ipotesi *ad hoc*. Tuttavia, ci sembra che il passo seguente, in cui Popper tratta le ipotesi *ad hoc* come un tipo speciale di ipotesi ausiliarie, illustri con chiarezza l'idea alle spalle di R.A:

Per quanto riguarda le *ipotesi ausiliarie*, decidiamo di enunciare la regola secondo cui sono accettabili [in quanto non-*ad hoc*] soltanto quelle la cui introduzione non diminuisce il grado di falsificabilità o di controllabilità del sistema [teorico] in questione, ma, al contrario, l'accresce. [...] Se il grado di falsificabilità è aumentato, allora l'introduzione dell'ipotesi ha veramente rafforzato la teoria; ora il sistema esclude più di quanto non facesse prima: vieta di più (1934/1959, p. 72).

Quando una teoria  $T$  ha conseguenze osservative false che vengono riconosciute come genuini controesempi alla teoria, i fautori di  $T$  possono cercare di salvarla dalla confutazione introducendo un'appropriata ipotesi *ad hoc*  $H$ , che, per così dire, trasforma  $T$  in una nuova teoria  $T'$ , compatibile con l'evidenza disponibile. Per esempio, sia  $T \equiv$  ‘Tutti i cigni sono bianchi’. Nel caso venisse osservato un cigno nero – supponiamo, in una regione remota e precedentemente sconosciuta dell’Australia – i fautori di  $T$  potrebbero cercare di salvare la teoria dalla confutazione escogitando l'ipotesi *ad hoc*  $H \equiv$  ‘I cigni che vivono nella tal regione dell’Australia sono neri’. Combinando, per così dire,  $H$  con  $T$ ,  $T$  può essere trasformata in una nuova teoria  $T' \equiv$  ‘Tutti i cigni, salvo quelli che vivono nella tal regione dell’Australia, sono bianchi’.  $T'$  sa-



rebbe compatibile con l'evidenza disponibile, ma anche meno rischiosa di  $T$ . Infatti, in termini popperiani, si dice che una teoria è rischiosa o informativa se ha un ampio contenuto empirico. Il contenuto empirico di una teoria è la classe dei suoi falsificatori potenziali, cioè la classe delle asserzioni base proibite dalla teoria – dove 'asserzione base' significa, grossomodo, "l'asserzione di un fatto singolare" (ivi, p. 25). Qui non si entrerà nei dettagli della discussione popperiana sul modo in cui si possono confrontare classi di falsificatori potenziali. Ai fini della presente esposizione, basterà dire che  $T'$  ha meno falsificatori potenziali di  $T$ , poiché non proibisce le asserzioni base che riguardano i cigni neri che vivono nella tal regione dell'Australia. Di conseguenza,  $T'$  è meno rischiosa o informativa di  $T$ . Ciò dipende dal fatto che  $T'$  è stata ottenuta da  $T$  usando un'ipotesi *ad hoc*: se si introducono ipotesi *ad hoc* per salvare una teoria dalla confutazione, si finisce sempre per ottenere una teoria meno rischiosa di quella di partenza.<sup>17</sup>

La circostanza che una norma sia giustificata a priori è tanto più interessante, dal punto di vista metodologico, quanto più è desiderabile la proprietà  $P$  il cui possesso da parte di una teoria è logicamente – in senso ampio – connesso con il possesso, da parte della medesima teoria, di una certa proprietà  $Q$ . Naturalmente, filosofi diversi hanno idee diverse non solo circa le proprietà delle teorie che sono maggiormente desiderabili, ma anche circa le ragioni per cui determinate proprietà risultano desiderabili.

Per esempio, i fautori dello strumentalismo affermano che le teorie scientifiche sono strumenti di calcolo il cui valore dipende esclusivamente dalle previsioni confermate che se ne possono derivare: tanto maggiore è il numero di tali previsioni (nonché l'interesse di tali previsioni), tanto migliori sono le teorie, poiché, dal punto di vista di uno strumentalista, la ricerca di teorie capaci di fare previsioni confermate costituisce il principale fine cognitivo della scienza. I sostenitori del realismo scientifico, d'altro canto, ritengono che lo scopo della scienza sia la ricerca di teorie che forniscono una descrizione – almeno approssimativamente – vera delle entità e dei processi osservabili e non osservabili che costituiscono il loro dominio. Così, dal punto di vista di un realista, la capacità di una teoria di fare previsioni confermate (proprietà  $Q$ ) è desiderabile in quanto costituisce un indicatore fallibile del fatto che la teoria for-

---

<sup>17</sup> Bisogna segnalare che Laudan discute anche una regola correlata ad R.A, e cioè la seguente: "Se si vogliono teorie affidabili, allora si dovrebbero evitare modificazioni *ad hoc* delle teorie in questione" (1996, p. 137), dove 'affidabili' significa 'teorie che, più spesso di altre, superano i controlli ai quali vengono sottoposte'. Si vedrà nel prossimo paragrafo che, data la sua concezione dello scopo della scienza, questa norma riveste particolare importanza per Laudan.

nisce una descrizione – almeno approssimativamente – vera delle entità e dei processi che costituiscono il suo dominio (proprietà  $P$ ).<sup>18</sup>

Nel celebre saggio “A Confutation of Convergent Realism” (1981b), Laudan ha sostenuto che la correlazione tra successo empirico e verità (almeno approssimata) postulata dai realisti non sussiste. La storia della scienza, infatti, registra svariati esempi di teorie che, inizialmente abbracciate con piena fiducia dalla comunità scientifica in virtù del loro successo empirico, sono state in seguito abbandonate, poiché si è appurato che alcuni loro termini che denotavano entità e processi non osservabili (per esempio, ‘flogisto’) in realtà non hanno riferimento. Citando un certo numero di questi esempi, Laudan ha proposto la cosiddetta ‘induzione pessimistica’: poiché in passato teorie di considerevole successo empirico si sono rivelate false, occorre concludere che anche le nostre attuali teorie di successo si riveleranno probabilmente false. Questa critica nei confronti del realismo ha generato un amplissimo dibattito, di cui qui non è possibile dar conto nemmeno sommariamente. Occorre però osservare che, sebbene l’induzione pessimistica costituisca certo un’arma molto importante nel suo arsenale antirealista, Laudan si opporrebbe al realismo anche se non potesse fare affidamento su questo particolare argomento; il realismo, infatti, risulta inaccettabile alla luce delle sue dottrine assiologiche, su cui si soffermerà nel prossimo paragrafo.

## 6. Realizzabilità, accertabilità, fini della scienza

Poiché la metodologia studia le connessioni tra mezzi e fini cognitivi, esprimere valutazioni sulla desiderabilità dei fini perseguiti dai ricercatori esula dai

---

<sup>18</sup> A questo riguardo, presenta particolare interesse la metodologia della valutazione ipotetico-deduttiva difesa da Theo Kuipers (2000; 2001). Tale metodologia ruota intorno alla cosiddetta ‘regola del successo’, che raccomanda di scegliere sempre la teoria di maggiore successo (cioè, che ha più conseguenze vere e meno conseguenze false), ed è caratterizzata dall’idea che le teorie falsificate non dovrebbero essere abbandonate, poiché una teoria falsificata in modo definitivo può comunque essere la più vicina alla verità fra quelle a nostra disposizione. Occorre notare che Kuipers propone una giustificazione a priori della regola del successo, basata su due famiglie di teoremi (i *Success/Forward theorems* e i *Projection/Upward theorems*) che, connettendo successo empirico e verisimilitudine, *suggeriscono* (si evidenzia la parola ‘suggeriscono’, poiché, naturalmente, la vicinanza alla verità non è una proprietà accertabile delle teorie) che la scelta di teorie di successo è uno strumento efficace per conseguire l’approssimazione alla verità, sia a livello osservativo sia a livello non osservativo. Per un’ampia discussione delle proposte di Kuipers, si vedano Festa, Aliseda e Peijnenburg (a cura di) (2005a; 2005b).

suoi compiti. Ma non tutti i fini sono ugualmente desiderabili; pertanto, il naturalismo normativo comprende, oltre alla componente metametodologica qui ampiamente discussa, una componente assiologica.

In particolare in *La scienza e i valori* (1984, pp. 71-85), Laudan propone alcuni strumenti di critica assiologica che, a suo dire, consentono di svolgere una discussione razionale sui fini della scienza. Sia pure senza addentrarsi nell'analisi di tali strumenti di critica, qui occorre menzionare il cosiddetto 'criterio di realizzabilità', in base al quale, se si può mostrare che la realizzazione di un certo fine cognitivo non è empiricamente accertabile, allora il perseguimento di tale fine è irrazionale. La ricerca di teorie – almeno approssimativamente – vere costituisce, secondo Laudan, un esempio lampante di questo genere di fine cognitivo, poiché, anche se si riuscisse a trovare una teoria che fornisce una descrizione vera di entità e processi non osservabili che costituiscono il suo dominio, non sarebbe comunque possibile accertarlo empiricamente, appunto perché tali entità e processi non sono osservabili. Pertanto, nel volume *Il progresso scientifico* (1977), Laudan suggerisce un altro fine per la ricerca scientifica.

Secondo Laudan, il principale fine cognitivo della scienza è la ricerca di teorie dotate di grande efficacia nella soluzione di problemi: “le teorie scientifiche sono rilevanti *cognitivamente*, in quanto e solo in quanto forniscono soluzioni adeguate ai problemi. Se i problemi costituiscono gl'interrogativi della scienza, le teorie ne sono le risposte” (1977, p. 32). *Il progresso scientifico* offre una sofisticata tassonomia dei problemi che le teorie sono chiamate a risolvere, sulla quale qui non è possibile soffermarsi. Ai fini della presente esposizione, basterà segnalare che, secondo Laudan, quando si valuta una teoria, occorre chiedersi non se questa sia vera o falsa, bensì se costituisca una soluzione adeguata di un certo problema cognitivo: la scienza progredisce se e solo se le teorie successive risolvono più problemi di quelli risolti dalle teorie precedenti. Almeno “in linea di principio”, si può “*assodare* se le nostre attuali teorie risolvono più problemi importanti di quanti ne risolvessero trenta o cento anni fa” (ivi, p. 154, corsivo aggiunto), e questa circostanza costituisce, a parere di Laudan, un importante vantaggio della sua posizione rispetto al realismo. Infatti, se una teoria *T* possiede un'elevata capacità di risolvere problemi, allora *T* farà numerose previsioni confermate.<sup>19</sup> Così, il fine della scienza

---

<sup>19</sup> Sebbene Laudan preferisca definirsi un pragmatista, vista la sua insistenza sul successo predittivo come criterio di scelta fra le teorie (si veda, in particolare, 1990), non pare inappropriato considerarlo uno strumentalista. Una testimonianza dell'importanza attribuita da Laudan alle previsioni è offerta dal seguente passo, in cui spiega che cosa significa che una teoria ha risolto un problema: “Generalmente, *ogni teoria T può essere intesa come una teoria che abbia*

da lui proposto è tale che è possibile *accertare empiricamente, in modo diretto*, la sua realizzazione. I realisti, d'altro canto, invitano gli scienziati a inseguire una chimera, poiché

nessuno è stato capace di *dimostrare* che un sistema come la scienza, con i metodi che ha a sua disposizione, possa essere *garantito* come capace di raggiungere la 'verità' in breve tempo o dopo lungo sforzo (ivi, pp. 152-153, corsivi aggiunti).<sup>20</sup>

Dando voce a una preoccupazione ampiamente condivisa dai fautori del realismo, John Watkins ha osservato che escludere la ricerca della verità dal novero dei fini della scienza è un po' come sostenere che la cura dei malati non rientra tra i fini della medicina (1984, p. 126), mentre D.H. Mellor (1978, pp. 525-526) ha chiesto in che senso si possa affermare che le nostre teorie sono le *nostre* teorie, se si ritiene che non abbiamo giustificazioni almeno per credere che siano – almeno approssimativamente – vere. Qui, tuttavia, è importante insistere sul fatto che le tesi di Laudan circa le caratteristiche dei fini cognitivi che è razionale perseguire, oltre a essere discutibili, esercitano un'evidentissima influenza sulle sue dottrine metametodologiche; si è anzi tentati di affermare che la soluzione da lui proposta per il problema basilare della metametodologia è concepita con l'intento di fornire ulteriore sostegno alle sue dottrine assiologiche.

Secondo Laudan, le norme metodologiche devono asserire l'esistenza di connessioni "fra due proprietà presumibilmente 'osservabili'" (1996, p. 134), dove con il termine 'proprietà' Laudan intende il ricorso a una norma  $x$  e la realizzazione di uno scopo  $y$ . Se la realizzazione dei fini perseguiti dagli scienziati non fosse empiricamente accertabile, afferma Laudan, risulterebbe impossibile appurare se le norme che sono chiamate a promuovere tali fini siano efficaci, e verrebbe dunque a mancare qualsiasi fondamento sul quale erigere una metodologia normativa. A noi pare che Laudan abbracci una concezione troppo radicalmente empirista del genere di evidenza che può essere ammessa in sede di discussione metametodologica e assiologica. Il requisito dell'accertabilità empirica diretta della realizzazione dei fini cognitivi è esageratamente esigente: diversamente da quanto sostiene Laudan, non c'è nulla di irrazionale nel considerare il successo empirico delle teorie un indicatore *fallibile* del-

---

*risolto un problema empirico, se T funziona (significativamente) in uno schema di inferenza, la cui conclusione sia l'asserto del problema"* (1977, p. 43).

<sup>20</sup> Per un'ampia discussione sulla distinzione fra proprietà accertabili e proprietà non accertabili delle teorie si veda Cevolani e Festa (2008).

la loro verità – almeno approssimata. Invocare l'accertabilità empirica come criterio per operare la distinzione tra fini il cui perseguimento è razionale e fini il cui perseguimento è irrazionale significa, in effetti, rimproverare ai realisti di non poter fornire una giustificazione ultima della loro tesi secondo cui c'è una connessione tra successo empirico e verità approssimata. Non può sfuggire l'ironia insita nella circostanza che tale richiesta di una giustificazione ultima venga avanzata proprio da Laudan, il quale, come si è ampiamente visto nel paragrafo 3, difende L quale principio per la scelta fra norme metodologiche rifiutando di fornirne una giustificazione ultima, poiché farlo significherebbe prender parte all'impresa oziosa della 'crescita giustificatoria' tanto apprezzata dai filosofi.

Le osservazioni svolte qui mostrano che Laudan può considerare L una soluzione quasi ovvia e naturale del problema basilare della metametodologia solo in ragione della sua concezione dello scopo della scienza; pertanto, il naturalismo normativo non può aspirare allo status di soluzione condivisa del problema della giustificazione del metodo scientifico.

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- BAUMSLAG, David (2000): "How to Test Normative Theories of Science", *Journal for General Philosophy of Science*, 31, pp. 267-275.
- (2001): "Choosing Methods", *Ratio*, 14, pp. 116-130.
- CEVOLANI, Gustavo, e FESTA, Roberto (2008): "Change Toward What? Belief Change, Verisimilitude and Scientific Progress", *La Nuova Critica. Rivista di Scienze dell'Uomo e di Filosofia delle Scienze*, N.S., in corso di pubblicazione.
- CORTELAZZO, Manlio, e ZOLLI, Paolo (1983): *Dizionario etimologico della lingua italiana*, 5 voll., Bologna: Zanichelli.
- CURTIS, Ronald (1990): "Review Essay of A. Donovan, L. Laudan and R. Laudan (eds.), *Scrutinizing Science*", *Philosophy of the Social Sciences*, 20, pp. 376-384.
- CUSHING, James T. (1989): "The Justification and Selection of Scientific Theories", *Synthese*, 78, pp. 1-24.
- DONOVAN, Arthur, LAUDAN, Larry, e LAUDAN, Rachel (a cura di) (1988): *Scrutinizing Science. Empirical Studies of Scientific Change*, Dordrecht: Kluwer.
- FESTA, Roberto, ALISEDA, Atocha, e PEIJNENBURG, Jeanne (a cura di) (2005a): *Confirmation, Empirical Progress, and Truth Approximation. Essays in Debate with Theo Kuipers*, Amsterdam-New York: Rodopi.
- FESTA, Roberto, ALISEDA, Atocha, e PEIJNENBURG, Jeanne (a cura di) (2005b): *Cognitive Structures in Scientific Inquiry. Essays in Debate with Theo Kuipers*, Amsterdam-New York: Rodopi.

- FINE, Arthur (1986a): *The Shaky Game*, Chicago (Ill.), The University of Chicago Press.
- (1986b): “Unnatural Attitudes: Realist and Instrumentalist Attachments to Science”, *Mind*, 95, pp. 149-179.
- FREEDMAN, Karyn (2006): “Normative Naturalism and Epistemic Relativism”, *International Studies in the Philosophy of Science*, 20, pp. 309-322.
- GRÜNBAUM, Adolf (1993): “The Placebo Concept in Psychiatry and Medicine”, in Adolf Grünbaum, *Validation in the Clinical Theory of Psychoanalysis*, Madison (Conn.): International Universities Press, pp. 69-107.
- HOCH, Paul K. (1990): “An Historical Philosophy of Science?”, *History of Science*, 28, pp. 211-299.
- HOWSON, Colin (1990): “The Poverty of Historicism”, *Studies in History and Philosophy of Science*, 21, pp. 173-179.
- KAISER, Matthias (1991): “Progress and Rationality: Laudan’s Attempt to Divorce a Happy Couple”, *Inquiry*, 34, pp. 433-455.
- KIESEPPÄ, Ilkka (2000): “Rationalism, Naturalism, and Methodological Principles”, *Erkenntnis*, 53, pp. 337-352.
- KUHN, Thomas S. (1962/1970): *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago (Ill.): The University of Chicago Press (trad. it. *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, Torino: Einaudi 1978).
- KUIPERS, Theo A.F. (2000): *From Instrumentalism to Constructive Realism. On Some Relations between Confirmation, Empirical Progress, and Truth Approximation*, Dordrecht: Kluwer.
- (2001): *Structures in Science. An Advanced Textbook in Neoclassical Philosophy of Science*, Dordrecht: Kluwer.
- LAUDAN, Larry (1977): *Progress and Its Problems. Towards a Theory of Scientific Growth*, Berkeley: University of California Press (trad. it. *Il progresso scientifico. Prospettive per una teoria*, Roma: Armando 1979).
- (1981a): *Science and Hypothesis*, Reidel, Dordrecht (trad. it. *Scienza e ipotesi*, Roma: Armando 1984).
- (1981b): “A Confutation of Convergent Realism”, *Philosophy of Science*, 48, pp. 19-49.
- (1984): *Science and Values*, Berkeley: University of California Press (trad. it. *La scienza e i valori*, Roma-Bari: Laterza 1987).
- (1990): *Science and Relativism. Some Key Controversies in the Philosophy of Science*, The University of Chicago Press, Chicago (Ill.) (trad. it. *Scienza e relativismo. Controversie chiave in filosofia della scienza*, Roma: Armando 1997).
- (1996): *Beyond Positivism and Relativism. Theory, Method, and Evidence*, Boulder (Colo.): Westview Press.
- LAUDAN, Larry, DONOVAN, Arthur, LAUDAN, Rachel, BARKER, Peter, BROWN, Harold,

- LEPLIN, Jarrett, THAGARD, Paul, e WYKSTRA, Steve (1986): “Scientific Change: Philosophical Models and Historical Research”, *Synthese*, 69, 141-223.
- LOSEE, John (2004): *Theories of Scientific Progress. An Introduction*, London-New York: Routledge.
- MCCARTHR, Dan (2005): “Normative Naturalism and the Relativised A Priori”, *Journal for General Philosophy of Science*, 36, pp. 331-350.
- MELLOR, D.H. (1978): “Some Problems about Solving Problems”, in Peter D. Asquith e Ian Hacking (a cura di), *PSA 1978. Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*, East Lansing (Mich.): Philosophy of Science Association, vol. II, pp. 522-529.
- NIINILUOTO, Ilkka (1999): *Critical Scientific Realism*, Oxford: Oxford University Press.
- POPPER, Karl Raimund (1934/1959): *Logik der Forschung*, Wien: Springer (trad. ingl. *The Logic of Scientific Discovery*, London: Hutchinson 1959; trad. it. della seconda edizione inglese ampliata, *Logica della scoperta scientifica*, Torino: Einaudi 1995<sup>2</sup>).
- PRESTON, John (1994): “Review of A. Donovan, L. Laudan, and R. Laudan (eds.), *Scrutinizing Science: Empirical Studies of Scientific Change*”, *The British Journal for the Philosophy of Science*, 45, pp. 1063-1065.
- SANKEY, Howard (1997): *Rationality, Relativism and Incommensurability*, Aldershot: Ashgate.
- SIMON, Herbert (1977): *Models of Discovery*, Dordrecht: Reidel.
- THAGARD, Paul (1988): *Computational Philosophy of Science*, Cambridge (Mass.): MIT Press.
- WATKINS, John (1984): *Science and Scepticism*, Princeton (N.J.): Princeton University Press.
- WORRALL, John (1988): “The Value of a Fixed Methodology”, *The British Journal for the Philosophy of Science*, 39, pp. 263-275.
- (1989): “Fix It and Be Damned: A Reply to Laudan”, *The British Journal for the Philosophy of Science*, 40, pp. 376-388.
- (1999): “Two Cheers for Naturalised Philosophy of Science – or: Why Naturalised Philosophy of Science is Not the Cat’s Whiskers”, *Science & Education*, 8, pp. 339-361.





# **L&PS – Logic & Philosophy of Science**

## Information on the Journal

### AIMS AND CONTENTS

L&PS – Logic and Philosophy of Science is an on-line philosophical journal sponsored by the Department of Philosophy of the University of Trieste (Italy). The journal promotes both theoretical and historical research in the philosophy of science and logic, without excluding any particular cultural perspective.

Topics welcomed by the journal include:

- the theory of scientific knowledge and the analysis of the general methodological problems of science (such as scientific discovery, causation, scientific inference, induction and probability, the structure of scientific theories and their relations with empirical data);
- the methodological and foundational problems of the different sciences, from the natural, to the biomedical, to the social sciences;
- the problems related to the historical development of logic, in all its branches, and to the role of logical methods both in the general methodology of science and in the foundations of empirical and mathematical sciences;
- the philosophical problems raised by the development of the cognitive sciences and the philosophy of mind, with particular attention to those results that are relevant for the analysis of scientific practice;
- the epistemological problems related to Artificial Intelligence, robotics, virtual reality, and artificial life;
- the problems in the sociology and the history of science that are relevant to the philosophical investigation of science;
- the problems related to the ethics of science;
- the questions related to the historical and conceptual development of the philosophy of science and logic;
- the problems of the philosophy of language, with particular attention to those results that are relevant for logic and philosophy of science.

The journal will appear twice a year (in March and in September), and one of these issues will be usually devoted to a special topic.

## INFORMATION FOR THE AUTHORS

Papers submitted to the journal must be written either in Italian or in English, and must be accompanied by a short summary in English (and also in Italian for the articles written in Italian). All papers will be evaluated by anonymous referees.

In order to promote critical discussion and exchange among scholars, the journal is willing to publish reports on work in progress, to be submitted and evaluated according to the criteria already mentioned above.

The copyright is left to the authors, provided that any reprint of the paper explicitly mentions the version previously published in L&PS.

## EDITORIAL BOARD

Gilberto Corbellini (Roma) [gilberto.corbellini@uniroma1.it](mailto:gilberto.corbellini@uniroma1.it)

Mauro Dorato (Roma) [dorato@uniroma3.it](mailto:dorato@uniroma3.it)

Roberto Festa (Trieste) [festa@units.it](mailto:festa@units.it)

Marco Giunti (Cagliari) [giunti@unica.it](mailto:giunti@unica.it)

Roberto Giuntini (Cagliari) [giuntini@unica.it](mailto:giuntini@unica.it)

Simone Gozzano (L'Aquila) [simone.gozzano@cc.univaq.it](mailto:simone.gozzano@cc.univaq.it)

Federico Laudisa (Milano) [federico.laudisa@unimib.it](mailto:federico.laudisa@unimib.it)

Francesco Paoli (Cagliari) [paoli@unica.it](mailto:paoli@unica.it)

Mario Piazza (Chieti) [m.piazza@unich.it](mailto:m.piazza@unich.it)

Guglielmo Tamburrini (Pisa) [gugt@fls.unipi.it](mailto:gugt@fls.unipi.it)

### EDITORS IN CHIEF

Mauro Dorato

Roberto Festa

Roberto Giuntini

### ASSISTANT EDITORS

Marco Giunti

Francesco Paoli

### EDITORIAL ADISORY BOARD

Vito Michele Abrusci, *Roma*; Dario Antiseri, *Roma*; Giovanni Boniolo, *Padova*; Andrea Cantini, *Firenze*; Mirella Capozzi, *Roma*; Martin Carrier, *Bielefeld*; Arturo Carsetti, *Roma*; Ettore Casari, *Pisa*; Carlo Cellucci, *Roma*; Roberto Cordeschi, *Salerno*; Giorgio De Rossi, *Trieste*; Giuliano Di Bernardo, *Trento*; Rosaria Egidi, *Roma*; Maurizio Ferriani, *Bologna*; Maria Carla Galavotti, *Bologna*; Sergio Galvan, *Milano*; Pierdaniele Giarretta, *Padova*; Gurol Irzik, *Istanbul*; Theo A.F. Kuipers, *Groningen*; Diego Marconi, *Vercelli*; Enrico Moriconi, *Pisa*; Ilkka Niiniluoto, *Helsinki*; Francesco Orilia, *Macerata*; Paolo Parrini, *Firenze*; Angelo Maria Petroni, *Bologna*; Huw Price, *Sydney*; Giorgio Sandri, *Bologna*; Marina Sbisà, *Trieste*; Silvano Tagliagambe, *Sassari*; Nicola Vassallo, *Genova*; Achille C. Varzi, *New York*; Alberto Voltolini, *Vercelli*; Gereon Wolters, *Konstanz*; Giancarlo Zanier, *Trieste*.

### TYPESETTING, GRAPHICAL ADVICE AND TECHNICAL ASSISTANCE

Gustavo Cevolani (g.cevolani@gmail.com)

Luca Tambolo (l\_tambolo@hotmail.com)

### WEBMASTERS

Gaia Serafini (gaia.sera@libero.it)

Alessio Lorenzi (ale.lorenzi@libero.it)