



**MEMORY AND  
MENTAL ACTIVITY**

*Internal Report C92-15*

*July 1992*

**R. Beltrame**

# Memory and Mental Activity

Renzo Beltrame<sup>‡</sup>

*CNUCE Report C92-15*

July 1992

**Abstract.** In this brief note we discuss some methodological consequences of studying memory phenomena in systems where the level of mental activity is sufficiently sophisticated to have conscious memories. As is characteristic of scientific praxis, the facts and procedures in the study must be repeatable without any restrictions on principles or methods. We discuss some aspects of a theory of the physical systems with memory, and we indicate a way to characterise the act of consciously remembering in intelligent systems. We then show the importance of behaviour theories that use mental facts as intermediate explanatory elements to build a model with the necessary complexity. We finally show how behaviour theories that use only physical processes as intermediate explanatory elements are particularly suitable for giving a unifying point of view.

In a previous paper<sup>1</sup> I discussed some methodological consequences on the study of mental activities, which follow from a prerequisite of scientific praxis; i.e., the requirement that both the investigated facts and the procedures employed in studying them be repeatable without any restrictions on principles or methods.

As an example, we will discuss some methodological problems that we find in studying memory phenomena in systems where the level of mental activity is sufficiently sophisticated to allow conscious acts of remembering. Like its predecessor, this paper is only an extended note on some aspects of the problem and so it will not refer to its long and well-documented history.

The requirement of full repeatability implies, as we showed in the contribution cited above, that only physical things can directly be the result of an experiment.

The repeatability requirement thus prevents psychical or mental facts from being involved in an experiment either as dependent variables, or as independent variables, or as one of the parameters that characterises the experiment. Because psychical and mental facts are private in character, identifying them requires the testimony or the description of the person who is the subject of the experiment. Facts that have someone's account, description or testimony as a constitutive element, do not satisfy the full repeatability requirement, and accounts, descriptions, and testimonies can only serve as indications to get back directly to the fact we want to assume as being scientific.

When we apply these conclusions to the study of man, we conclude that only those things that concern the body, or the physical transformations which man performs on other objects can be the direct result, or the parameters of an experiment. This constraint is the most limiting consequence of the full repeatability requirement in a context that involves psychical or mental facts.

In developing a theory we are conversely free to choose any kind of fact, whether physical or not, as intermediate elements to explain the experimental results. The con-

straints only concern the things we want to explain or predict in the theory. These and the things that cause them must be physical facts, because they must be subjected to experimental control. Consequently, the intermediate elements in the explanation must be physical facts only if we want to check them through the experiments<sup>2</sup>.

In this framework we can thus introduce psychical or mental facts only as intermediate, explanatory elements in a theory of human behaviour; and the behaviour must be a physical behaviour, because what characterises it must occur as a dependent variable in an experiment.

The elements of mental type that occur in the theory will be described in way that is suitable for these kinds of things; such as activities, and by giving the related constitutive operations<sup>3</sup>. We have a choice here and so this particular choice is neither unique, nor necessitated; though it is equally plain that some choice has to be made about the kinds of things we will introduce in the theory as intermediate, explanatory elements, and about the way to describe them.

Consequently, we have no hierarchy in the knowledge from which a privileged point of view follows; instead we have a circularity in the knowledge, which requires an explicit declaration of the point of view adopted in each particular case.

The constitutive operations too, by which the mental facts are described, cannot be directly observable: they too can be neither dependent variables, nor independent variables, nor characterising parameters in a scientific experiment. But this fact is not a limitation from a methodological point of view. The validity of the explanatory, intermediate element that enters a theory, depends on how good the predictions are that the theory allows; and the predictions must concern, as we saw above, a physical behaviour, if we have decided to satisfy the requirement of full repeatability.

It is often easy to refer to a linguistic behaviour, and, in this case, even the interpretation as words of the sounds and/or of the writing is really part of the theory that explains and foresees the behaviour. The semantic convention that fixes a correspondence between some sounds or writings (considered as designating things, and their corresponding designated things), is then part of the same theory.

Theories of this type link mental facts, which are described, for example, by giving their constitutive operations, with pieces of linguistic behaviour. We may thus use the linguistic behaviour to single out mental facts; but this procedure requires much caution, because we must usually look upon a very large context to obtain a reliable individuation<sup>4</sup>.

The most favourable situation occurs when we have two theories that explain the same experimental facts, and one of them uses only physical processes to explain the observed behaviour, whilst the other uses mental facts too. In this case it becomes possible to pose a one to one correspondence between certain physical processes, or certain groups of physical processes, and certain mental activities, or the constitutive operations by which these activities are described.

This correspondence offers other advantages besides the immediately evident ones that follow by having a correspondence between mental facts, which are not directly observable, and physical processes, which are. The groupings that it introduces in the physical processes have a precise functional meaning in the theory that suggested them, and this meaning becomes a leading factor in allocating functional equivalencies among processes that occur in different biological architectures. Therefore, more general theories, which include different species, become easier to develop.

Returning now to our specific theme, we usually speak of memory phenomena as concerning physical systems, when in the theory that describes the behaviour of the system, the values of the variables associated with the system depend, at a certain instant of time, both on the values that these and other variables assume at the same instant, and on the values that they assumed in the past<sup>5</sup>.

The most immediate way to describe memory phenomenon in a physical system is to imagine the processes that occur in the system to induce some modifications in the material of which the system is made. The modifications chosen usually satisfy a *locality* principle<sup>6</sup>; i.e. the changes in each part of the material only depend on what happened in the past to that part.

Modifications of this type are usually thought of as being permanent too; i.e. we assume that their effects on the behaviour of the system manifest themselves without any change after any interval of time where no further modification occurred in the material. The technique offers several examples of objects — e.g., magnetic disks commonly employed in computers — where this way of considering a physical system with memory is particularly evident.

If we imagine the parts of a physical system as interacting among themselves — i.e. if we refer to a scheme where the change in a physical quantity at a certain point in the system is considered as the cause of the changes of the same or of another physical quantity at a different point — we have to decide if the delay in which the effect follows the cause is significant or not<sup>7</sup>.

When this delay is significant, the values of a physical quantity at a certain point and time depend on the values that the same or other physical quantities assume at different points and at past instants of time. If the interaction among the parts of a system is active for a long time, each of these values depends on analogous values assumed in other points, and at certain, still anterior, instants of time; and so on. To describe the evolution of the system we must then know the system's history over very long intervals of time; even its whole life. On the other hand, the system's history ceases to affect its evolution, when the interaction among its parts stops for a sufficiently long interval of time.

The description of the processes that occur in a system of this type therefore requires the knowledge of the system's history until a situation where the system did not vary for a sufficiently long interval of time to ensure that it should stay in that state as long as external causes did not force it to change<sup>8</sup>.

We have here a different way to describe memory phenomena in physical systems; and it is interesting to outline that in this case the system shows phenomena of memory without us having to assume changes in the material from which it is made.

The two ways of describing memory phenomena — one employing permanent changes in the material the system is made, the other using the delay in the interaction among the various parts of the system — provide different and complementary facilities, though both allow us to describe memory phenomena that span over the whole life of the system. We have highlighted the second facility, because the first is more widely employed, especially in biological systems<sup>9</sup>.

We will avoid dealing with the very interesting, and often complex, problems that the mathematical treatment of physical systems with memory involves, and we will return to our original problem of discussing some facts about memory in living beings that show intelligent behaviour.

Clearly we can apply all the methods devised to study physical systems with memory to the living beings, because they too can be considered as physical systems. In doing this we develop a theory of their behaviour where all the intermediate, explanatory elements are physical processes.

Nevertheless, we can tackle the problems of memory in human beings from the other point a view. We can decide to develop a theory that will explain the physical behaviour observed, by using mental facts as intermediate explanatory elements. We shall subsequently choose to describe these mental facts by regarding them as activities and by giving their constitutive operations.

In the framework of a theory of this type, it was proposed that, when we speak of a thing as being remembered, a certain mental fact will be considered as a repetition of an-

other mental fact, and the latter will be considered as having occurred in the past<sup>10</sup>. It was thus proposed that a mental fact will become a conscious memory as a result of a mental categorisation, which follows the scheme described above.

Thinking of one thing as being a repetition of another implies that the two things are equal; and, depending on the previous choices, the equality will concern the constitutive operations of the mental facts. Furthermore, what is thought to have occurred in the past is used as paradigm in the comparison that is part of the constitutive operations of the equality.

Expectations usually arise from mental categorisation<sup>11</sup>, and such expectations are assumed as a paradigm, in any subsequent checks.

The categorisation activity that we perform by thinking of something as a memory, conforms to this scheme. We become aware of this fact, when we find a disagreement with the paradigm. We may find by different means this disagreement, e.g., by means of factual or document checking, testimonies, etc., after having considered something as a memory. In these cases we usually decide to explain the failure of those equalities we expect because of the applied mental categories, by inserting suitable causes.

When no check occurs, the subsequent behaviour continues as if the expected consequences hold<sup>12</sup>, and this quite general fact assumes particular relevance in our case.

What is considered as a memory (and is thus considered as a repetition of something that occurred in the past), is considered as a repetition of something that occurred in the past, concerning the subsequent behaviour too. The stimulus is thus weakened to check whether the equalities really exist, which we would expect because of the applied mental categories; and this effect will become progressively strong when such situation repeats. Furthermore, a subsequent memory can base itself on a previous one, rather than on the original situation; i.e., the constitutive operations that occurred in the previous memory will promote the categorisation of the actual constitutive operations as a memory, instead of the original ones. Finally, we can consciously remember a previous memory too.

The main consequence is that we can have facts with the character of good memories, which may either result as not having occurred, or, when a check is performed, reveal significant differences from those ones a person considers as memories. Furthermore the person will consider these facts as really pertaining to his past life, with all the relevant consequences on his behaviour.

We will finally discuss some methodological consequences that arise by considering the effects, on a type of theory where the intermediate explanatory elements are all physical processes, of the results that were obtained by following an approach where the intermediate explanatory elements could be mental facts.

We explain certain behaviours in human beings as being the result of having something as a conscious memory. Therefore, in a theory where we explain the observed behaviour only by means of physical processes that occur in the biological substrate of the individual, some of these processes should be considered as the counterpart of the categorical facts we discussed above. It is therefore necessary that those processes be explicitly present in the theory, which corresponds to considering something as a memory.

This very general consequence holds for all the mental activities. It only becomes particularly evident when mental categories are involved, because the necessity now clearly arises of having different series of physical processes: one as the counterpart of the constitutive operations of a particular mental thing, and the other as the counterpart of the constitutive operations by which that thing is considered as cause, or as an effect, or as a memory, etc.

When we examine the occurrence of considering something as a memory, and we compare the physical processes that are the counterpart of the present and past constitutive operations we consider one of the others as a repetition<sup>13</sup>, these processes may or may not be equal. The criterion, in fact, is now different: equality or differences

among physical processes, from the point of view of physics, instead of a mental categorisation.

We have experimental evidence that things are considered as a memory, which are plainly different for an external observer. An adequate theory of the behaviour must therefore allow that things to which different physical processes correspond, might be categorised as memories. Nevertheless, it is not necessary to assume that equal physical processes — i.e., the repetition of the physical process which is the counterpart of a mental fact — imply the occurrence of the categorisation as a memory.

A theory thus seems preferable where the activity of categorising something as a memory occurs following rules that do not strictly depend on the equality of physical processes that are the counterpart of the mental fact we are considering as a memory<sup>14</sup>.

On the other hand, in a theory of the behaviour where all the intermediate explanatory elements are physical processes that occur in the biological material of the particular individual, we will have memory phenomena and chaining rules among the processes that can only depend on the material and architecture of the biological system, and on the present and past physical processes that occurred in the system. And we do not find any methodological obstacle to imagining a theory where the observed behaviour and the intermediate explanatory elements depend on the state of the system<sup>15</sup>, on the external actions, and on its history. The practical difficulties are quite a different thing!

This approach becomes particularly fruitful in studying systems that we have associated with a mental activity, because the physical counterpart of the conscious activity only covers a part of the physical processes that occur in the system. It is sufficient to observe, for this purpose, that the conscious activity is, by definition, filtered by the selective function of the attention.

Thus a theory should exclude a large part of the physical processes that occur in such living beings, if it only considered the conscious activity; but, as general consequence, the occurrence of a mental fact cannot be entirely explained by the mental facts that previously occurred<sup>16</sup>.

We will conclude this short note by outlining that, in the study of systems to which we ascribe a mental activity, a theory of their behaviour assumes great importance where the intermediate explanatory elements might be mental facts, since this approach favours a model with a satisfactory degree of complexity. To ensure a good unifying point of view, we need, instead, a theory where all the intermediate explanatory elements are physical facts or processes that occur in the biological material of the individual or species under study.

## Notes

‡ NATIONAL RESEARCH COUNCIL OF ITALY – CNUCE INSTITUTE – Via Santa Maria 36, I-56126 Pisa (Italy) - phone +39 (50) 59 3211 - email: beltrame@vm.cnuce.cnr.it  
To appear in *Methodologia*.

<sup>1</sup> R. Beltrame, "On Brain and Mind", *Methodologia*, 10 (1992), pp. 7-13. Also as CNUCE Report C91-30, November 1991.

<sup>2</sup> A theory must usually give a certain number of provisions that experiments shall verify, to be considered a good theory. However repeatability does not imply this requirement.

<sup>3</sup> An interesting characterisation of physical, psychological, and mental, things, and of other distinctions related to the study of the mental activity, were proposed, in the framework adopted for this work, in S. Ceccato, *Un tecnico tra i filosofi*, Vol. II, Marsilio, Padova, 1966, pp.1-65.

<sup>4</sup> The correspondence is not in general so simple that we may fix it as a one to one correspondence at the level of single, isolated words of a language. In fact, the correspondence that one would put between single words of a language and mental facts is not, in general, *context free*, but strongly dependent on the context.

<sup>5</sup> This dependence can only involve values assumed at certain instants of time in the past, or the way of varying in certain intervals of time.

<sup>6</sup> A general theory of constitutive relations in continuum mechanics can be found in C. Truesdell and W. Noll, "The Non-Linear Field Theories of Mechanics", *Encyclopaedia of Physics*, Vol. III/3, Springer-Verlag, Berlin 1965.

<sup>7</sup> When the effect in the interaction follows the cause with a certain delay, it is usual to speak of delayed action, or of delayed interaction, both if the cause and the effect occur at the same point, and if they occur at different points. When the delay is considered significant, it is often satisfactory to express this delay as a linear function of the distance between the two points where the changes of the physical quantities occur; and, in this case, the term 'propagation speed' often designates the constant rate in the linear function. Nevertheless, the reasons for introducing this concept in a theory, with the related problems about the thing that travels from one point to another, really concern the decision to write balance equations of certain physical quantities, which must hold at every instant of time both for the system, and for its parts. When the system occupies a region of space such that we can neglect the delay of the interaction, we can simplify the study of the system, because the knowledge of the external actions can be substituted by the knowledge of the values that the significant physical quantities assume on a closed surface that envelops the system. This way of studying a physical system is usual in laboratory experiments; nevertheless it leaves the problem open of knowing when those physical quantities will assume given values on the closed surface that envelops the system; and this is the main problem when we study a system *in vivo*.

<sup>8</sup> We do not consider the so-called isolated systems. An isolated system will lie in the same state for ever, when it reaches a stationary state; i.e. a state where no change occurs in every part. Thus it is of no interest in this discussion.

<sup>9</sup> We recall that the occurrence of memory phenomena of this type is very frequent in natural systems. Systems without memory are nevertheless of high theoretical interest because of their simple mathematical treatment, and because the actual production of the artefact concerns systems with a behaviour strictly stereotyped, repetitive, and history independent.

<sup>10</sup> This characterisation was proposed in S. Ceccato, *La fabbrica del bello*, Rizzoli, Milano, 1987, pp. 234-36.

<sup>11</sup> We are discussing here a fact that occurs generally in mental activities. For example, the particular perception that follows from a given stimulus pattern induces some expectations; and we become aware of this effect only when the consequences are negative, such as when we misjudge distances when driving a car. The expectations that a certain mental activity induces, usually have different effects on different behaviours, and this fact complicates the theory.

<sup>12</sup> We avoid talking about consequences that are assumed to be true or verified, because a check is implied, which was excluded by hypothesis.

<sup>13</sup> We implicitly assume that what we require will be experimentally possible.

<sup>14</sup> The probability of observing the repetition of a given sequence of physical processes will be very low in a system where remarkable memory phenomena result from a delay in the interaction among its parts too. Thus we will observe a low probability in the occurrence of the categorisation as a memory, although we will suppose that the repetition of sequences of physical processes promotes such a categorisation.

<sup>15</sup> It is often difficult to find a good definition of the state of a complex system; i.e., to find a set of physical quantities that characterises the system in a given configuration.

<sup>16</sup> The problem of specifying the moment and the causes of the occurrence of a mental fact is present in the studies of the Scuola Operativa Italiana, though it was often overcome by the importance of

analysing mental constructs that were considered particularly significant. The facts that condition the occurrence of a mental fact were called *dependencies*.

# Memoria e Attività Mentale

Renzo Beltrame<sup>‡</sup>

*Rapporto CNUCE C92- 15 (seguito)*

Luglio 1992

**Riassunto.** In questa breve nota si esaminano alcune conseguenze di ordine metodologico che scaturiscono dal soddisfare il requisito di completa ripetibilità di principio nello studio di fenomeni di memoria in sistemi per i quali si ipotizzi un livello di attività mentale abbastanza sofisticato da consentire ricordo consapevole. Vengono discussi i tratti salienti del modo di tener conto di fenomeni di memoria nei sistemi fisici e viene presentato un modo di caratterizzare il ricordo consapevole. Questo permette di mostrare come teorie che usano quali elementi esplicativi intermedi attività mentali siano particolarmente importanti per la costruzione di un modello dotato della necessaria complessità, mentre teorie che usino quali elementi esplicativi intermedi solo processi fisici sono particolarmente adatte a fornire un punto di vista unificante.

In un precedente contributo<sup>1</sup> ho discusso alcune conseguenze di ordine metodologico che discendono dal richiedere che sia soddisfatto il requisito della completa ripetibilità di principio, caratteristico dell'operare scientifico, nello studio dell'attività mentale. Qui vorrei esemplificarne l'applicazione discutendo alcuni problemi metodologici che si incontrano nello studio di fenomeni di memoria in sistemi per i quali si ipotizzi la presenza di un livello di attività mentale abbastanza sofisticato da consentire ricordo consapevole. Poiché anche questo scritto vuole essere solo una breve nota su alcuni aspetti del problema, verrà tralasciato di proposito ogni riferimento alla storia di questi problemi.

Il requisito della completa ripetibilità di principio comporta, come abbiamo visto nel precedente contributo, che solo cose fisiche siano risultato diretto degli esperimenti. La conseguenza forse più vincolante che tale requisito impone in un contesto ove siano in gioco fatti psichici o mentali, è l'impossibilità di accettare come dato sperimentale fatti per la cui individuazione sia costitutivo il racconto o la testimonianza di qualcuno. Racconto o testimonianza possono venire impiegati solo come indicazione di cosa fare per risalire direttamente al fatto, in modo da non intaccare la illimitata ripetibilità di principio del fatto studiato. Questo impedisce tra l'altro che tutto ciò che ha carattere privato, come lo psichico e il mentale, sia direttamente oggetto di esperimento scientifico: cioè gli elementi che caratterizzano l'esperimento, variabile dipendente, variabili indipendenti e parametri noti, non possono essere di tipo psichico o mentale.

Viceversa nella costruzione di una teoria vi è ampia libertà di assumere fatti fisici oppure no quali elementi esplicativi intermedi dei risultati sperimentali. I vincoli riguardano le cose che si vogliono spiegare e predire nella teoria: queste e ciò da cui si fanno dipendere debbono essere fatti fisici per poter essere oggetto di esperimento, mentre gli elementi esplicativi intermedi debbono essere tali soltanto nella misura in cui si vuole sottoporli a verifica sperimentale<sup>2</sup>.

In questo ordine di idee, pertanto, l'attività mentale, che non può essere direttamente oggetto di esperimento per il suo carattere privato, può venir introdotta solo come parte di quegli elementi esplicativi intermedi con i quali viene formulata una teoria del comporta-

mento dell'uomo, e quest'ultimo deve essere un comportamento fisico per poter figurare come variabile dipendente in un esperimento.

Gli elementi di tipo mentale che intervengono nella teoria saranno a loro volta descritti in uno dei modi che sono propri di questo tipo di oggetti: ad esempio come attività ed indicando le relative operazioni costitutive<sup>3</sup>. Desidero sottolineare che si tratta di scelte e quindi esse non possono venir considerate né uniche, né necessitate; benché sia altrettanto pacifico che deve venir fatta qualche scelta circa il tipo di elementi esplicativi intermedi che si vogliono introdurre nella teoria e circa il modo di descriverli.

Non vi è quindi alcuna gerarchia del sapere da cui discenda un punto di vista privilegiato, ma piuttosto una circolarità del sapere che richiede venga dichiarato di volta in volta il particolare punto di vista adottato.

Anche le operazioni costitutive con cui sono descritti i fatti mentali non saranno direttamente osservabili, anch'esse non potranno cioè essere né variabile dipendente, né variabili indipendenti, né parametri noti in un esperimento scientifico. Tutto questo non costituisce però una limitazione sotto il profilo metodologico; la validità degli elementi esplicativi intermedi che si introducono in una teoria, dipende infatti dalla bontà delle previsioni che la teoria consente, e tali previsioni debbono riguardare, come si è visto, comportamenti fisici se si vuole che sia soddisfatto il requisito della completa ripetibilità di principio.

Spesso torna comodo far riferimento ad un comportamento linguistico, e, in tal caso, già l'interpretazione dei suoni o delle grafie come parole è parte integrante della teoria che spiega e predice il comportamento; lo è quindi anche la convenzione semantica che fa passare da quei suoni o grafie, considerati come designazioni, alle relative cose designate. Quando si è costruita una teoria di questo genere si vengono a legare fatti mentali, descritti ad esempio indicando le relative operazioni costitutive, e comportamenti linguistici. Si può quindi utilizzare il comportamento linguistico per individuare fatti mentali; ma la cosa va fatta con le opportune cautele, perché occorre di solito prendere in considerazione un contesto assai ampio per avere una sicura individuazione<sup>4</sup>.

La situazione più favorevole si ha naturalmente quando si dispone di due teorie che spiegano gli stessi fatti sperimentali: una avente come elementi esplicativi intermedi fatti mentali e l'altra avente come elementi esplicativi intermedi solo processi fisici. Diventa allora possibile instaurare una corrispondenza biunivoca tra certi processi fisici, o certi gruppi di processi fisici, da un lato, e le attività mentali, o le operazioni costitutive mediante cui tali attività sono descritte, dall'altro.

Stabilire questo tipo di corrispondenza apporta notevoli vantaggi anche al di là di quelli immediatamente evidenti di offrire una corrispondenza tra fatti mentali, non direttamente osservabili, e processi fisici, direttamente osservabili. I raggruppamenti dei processi fisici che essa introduce hanno di solito un preciso significato funzionale nella teoria che li ha suggeriti, e proprio questo significato può venir impiegato per porre equivalenze funzionali tra processi che si svolgono in architetture biologiche diverse, aprendo così la via a più generali teorie del comportamento capaci di comprendere specie diverse.

Venendo ora più specificamente al tema della memoria, quando si parla di fenomeni di memoria a proposito di sistemi fisici, ci si riferisce in generale al fatto che, in una teoria che ne spiega e predice il comportamento, le relazioni che legano tra loro le varie grandezze associate al sistema fisico sono tali per cui i valori di alcune ad un dato istante di tempo non dipendono solo dai valori di altre allo stesso istante, ma anche dai valori da queste assunti in istanti precedenti e/o da come queste hanno variato in certi intervalli di tempo precedenti l'istante considerato.

Il modo più immediato di tener conto di fenomeni di memoria riguardanti sistemi fisici consiste nell'immaginare che il materiale di cui è costituito il sistema subisca una qualche modificazione per effetto dei processi che si svolgono nel sistema stesso. Per effetto di tali cambiamenti il materiale, sottoposto ad una medesima sollecitazione, mostra un

comportamento diverso: dipendente per l'appunto da quanto accaduto in precedenza al materiale stesso. La modificazione è di solito scelta imponendo un principio di *località*<sup>5</sup>, per cui il cambiamento che il materiale subisce in ogni sua parte viene fatto dipendere soltanto da ciò che è accaduto in precedenza a quella stessa parte.

Modificazioni di questo tipo sono pensate di solito permanenti: sono cioè associate permanentemente al materiale di cui è fatto il sistema, e i loro effetti sul comportamento del sistema sono pensati manifestarsi invariati dopo un intervallo di tempo comunque lungo in cui non siano sopravvenute ulteriori modificazioni del materiale. La tecnica offre molteplici esempi di oggetti, ad esempio i dischi magnetici comunemente impiegati nei calcolatori, che sono progettati enfatizzando per l'appunto questo modo di pensare un sistema fisico con memoria.

Se si immagina che vi sia interazione tra le parti di un sistema fisico - se ci si riferisce cioè ad uno schema in cui il variare di una certa grandezza fisica in un posto è considerato causa del variare della stessa o di un'altra grandezza fisica in un altro posto - si può decidere che il ritardo con cui l'effetto segue la causa è trascurabile, oppure si può decidere che tale ritardo è significativo. Spesso, poi, si trova che è soddisfacente esprimere il ritardo come funzione lineare della distanza tra i due posti in cui si osservano le variazioni delle grandezze in gioco<sup>6</sup>.

Quando il ritardo è significativo i valori di una grandezza fisica in un dato luogo e in un certo istante sono funzioni dei valori assunti dalla stessa o da altre grandezze fisiche in posti diversi ed in istanti precedenti; si ha così un diverso modo di descrivere fenomeni di memoria in un sistema fisico. La descrizione dei processi che avvengono nel sistema richiede, infatti, la conoscenza della sua storia: in questo caso sino ad una situazione in cui il sistema stesso sia rimasto invariato in ogni sua parte per un intervallo di tempo sufficientemente lungo da consentire di affermare che esso resterà invariato se non intervengono cause esterne<sup>7</sup>.

È interessante sottolineare come in questi casi il sistema mostri fenomeni di memoria senza che si debbano supporre modificazioni nel materiale di cui è composto.

Se l'interazione tra le varie parti del sistema è attiva per lunghi periodi di tempo con le caratteristiche di cui si è detto, si ha che non solo ad un certo istante i valori di una data grandezza fisica o di sue variazioni in un posto dipendono da quelle avvenute in altri posti a certi istanti precedenti, ma queste a loro volta dipendono da quelle avvenute in altri posti a certi istanti ancora precedenti, e così via. Per poter descrivere il funzionamento del sistema occorre quindi conoscere la sua storia passata su archi di tempo anche molto lunghi, al limite una storia che si estenda a tutta la vita del sistema. Se invece l'interazione tra le parti del sistema cessa per un periodo di tempo opportunamente lungo, cessa anche l'influenza della storia passata sul funzionamento del sistema.

I due modi di descrivere fenomeni di memoria - quello basato su modifiche permanenti del materiale di cui è fatto il sistema, e quello basato sul ritardo nell'interazione tra le varie parti del sistema - offrono facilitazioni diverse e di solito vengono usati in maniera complementare, anche se entrambi consentono di descrivere fenomeni di memoria che interessino l'intera vita del sistema. Qui ho insistito a lungo sulla seconda possibilità, perché la prima è molto più estesamente impiegata, soprattutto nei sistemi biologici<sup>8</sup>.

Evitando di entrare negli interessanti ma spesso complessi problemi che pone la trattazione matematica di sistemi fisici nei quali siano presenti fenomeni di memoria, riprendiamo il filo del discorso originario richiamando alcuni fatti relativi agli esseri viventi per i quali si parla di comportamento intelligente.

Ad essi, considerati come sistemi fisici, si possono ovviamente applicare senza alcuna modifica tutti i metodi che sono utilizzati per lo studio di sistemi fisici nei quali si abbiano fenomeni di memoria. Questo corrisponde a formulare una teoria del loro comportamento fisico che abbia come elementi esplicativi intermedi tutti processi fisici.

‡ CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE – ISTITUTO CNUCE – Via Santa Maria 36, 56126 Pisa (Italy) - tel: 050 59 3211 - email: beltrame@vm.cnuce.cnr.it  
In corso di pubblicazione su *Methodologia*.

<sup>1</sup> R. Beltrame, "Mente e Cervello", *Methodologia*, 6, 10 (1992), pp. 83-91. Anche in Rapporto CNUCE C91-30, Novembre 1991.

<sup>2</sup> Una teoria, per essere ritenuta valida, deve di solito fornire una certa serie di previsioni verificate dagli esperimenti. Ma questo è un requisito aggiuntivo e niente affatto implicito nel requisito di ripetibilità.

<sup>3</sup> Una interessante caratterizzazione di fisico, psichico e mentale, così come di altre distinzioni collegate alle problematiche poste dallo studio dell'attività mentale è stata proposta, nella direzione seguita in questo lavoro, in S. Ceccato, *Un tecnico tra i filosofi*, Vol. II, Marsilio, Padova, 1966, pp.1-65.

<sup>4</sup> In generale la corrispondenza non è tanto semplice da poter essere posta una volta per tutte a livello di parole singole, prese cioè isolatamente. Detto altrimenti, la corrispondenza che uno volesse porre tra parole singole di una lingua e fatti mentali non è in generale *context free*, ma dipende fortemente dal contesto.

<sup>5</sup> Per la trattazione matematica dell'assioma di "località" e di altri assiomi con cui fondare una teoria coerente delle relazioni costitutive si veda ad esempio C. Truesdell and W. Noll, "The Non-Linear Field Theories of Mechanics", *Encyclopædia of Physics*, Vol III/3, Springer-Verlag, Berlin 1965.

<sup>6</sup> Quando nell'interazione l'effetto segua la causa con un certo ritardo è invalso l'uso di parlare di azione "ritardata", sia che causa ed effetto si manifestino nello stesso posto o in posti diversi. Quando il ritardo è espresso come funzione lineare della distanza tra i due posti in cui si osservano le variazioni delle grandezze in gioco, si parla spesso di velocità di propagazione. Le ragioni che portano ad introdurre questo concetto, con i conseguenti problemi di che cosa si propaghi da un posto all'altro in quell'intervallo di tempo, hanno in realtà a che fare con la decisione di scrivere equazioni di bilancio, per determinate grandezze fisiche associate al sistema, che siano valide in ogni istante di tempo sia per il sistema, sia per le sue singole parti. Se poi lo spazio occupato dal sistema è abbastanza piccolo da poter trascurare il ritardo nell'interazione lo studio del sistema può venir semplificato sostituendo la conoscenza delle azioni esercitate dall'esterno con i valori delle grandezze fisiche in gioco su una superficie che racchiuda il sistema stesso e considerando che l'interazione si manifesti senza ritardo. Questo modo di studiare un sistema fisico è molto frequente negli esperimenti di laboratorio; esso lascia però aperto il problema di sapere quando sulla superficie che racchiude il sistema le variabili in gioco assumano determinati valori.

<sup>7</sup> Implicitamente non si considerano in questa discussione i cosiddetti sistemi isolati. Un sistema isolato, una volta raggiunto uno stato di stasi, in cui cioè rimanga invariato in ogni sua parte, resta invariato, per sempre. Quindi non interessa in questa discussione.

<sup>8</sup> Conviene ricordare che la presenza di fenomeni di memoria nel senso qui delineato è estremamente frequente nei sistemi fisici, tanto da costituire la regola piuttosto che l'eccezione. L'interesse teorico per sistemi fisici privi di fenomeni di memoria è legato alla relativa semplicità della loro trattazione matematica, ma soprattutto alle richieste di una produzione di artefatti dove il funzionamento stereotipo, ripetitivo, è requisito primario e sostanziali cambiamenti del funzionamento per effetto della storia precedente sono ritenuti indici di deficienze del progetto o dei materiali.

<sup>9</sup> Per l'analisi in operazioni si veda S. Ceccato, *La fabbrica del bello*, Rizzoli, Milano, 1987, pp. 234-36.

<sup>10</sup> Stiamo richiamando qui un fatto di natura molto generale, che si riscontra non solo per le categorie mentali, ma in generale per tutta l'attività mentale. Il particolare risultato percettivo che scaturisce da una data stimolazione crea aspettative, di queste diveniamo di solito consapevoli quando le conseguenze sono negative se non funeste, come nel caso di errata valutazione delle distanze alla guida di un veicolo o di un aeromobile. Nella formulazione di una teoria occorre poi tener conto che le aspettative indotte da una data attività mentale hanno in generale effetti diversi sui differenti comportamenti.

<sup>11</sup> Evito di proposito di parlare di conseguenze supposte vere o verificate, perché ciò comporterebbe una verifica che per ipotesi abbiamo escluso.

<sup>12</sup> Si suppone implicitamente che le cose vengano predisposte in modo che ciò risulti sperimentalmente possibile.

<sup>13</sup> Questo anche se un sistema fisico in cui siano molto forti fenomeni di memoria legati a ritardi nell'interazione tra le sue diverse parti presenterà una probabilità piuttosto bassa che si osservi la ripetizione degli stessi processi fisici; e quindi, anche ipotizzando che la ripetizione degli stessi processi fisici faccia scattare la categorizzazione di ricordo, risulterebbe conseguentemente bassa la probabilità che tale categorizzazione venga innescata per questa via.

<sup>14</sup> Una difficoltà spesso notevole nel caso di sistemi complessi è definire lo stato del sistema: trovare cioè un insieme di grandezze fisiche i cui valori caratterizzino il sistema in una data configurazione.

<sup>15</sup> Quando e perché si verifichi un determinato fatto mentale è problema presente nella riflessione della Scuola Operativa Italiana, anche se spesso soverchiato dalla preoccupazione di fornire una analisi di costrutti mentali ritenuti particolarmente significativi. Le condizioni al verificarsi delle quali si verifica un determinato fatto mentale sono state chiamate *dipendenze*.