

# The Mathematics of Love



By  
Charles E. Hansen

*A student of The URAN-  
TIA Book for 10 years,  
Hansen, of the Washington,  
DC, area, holds a B.S. in  
business with an engineer-  
ing minor and an M.B.A.  
He is a professional  
economist.*



REVIEW COPY

*This paper is presented in  
speech format and is in-  
tended only for review pur-  
poses. It does not include  
the fuller definition of Love  
nor does it address many of  
the issues or evidence that  
support the general con-  
clusions presented. This is a  
reduced form of a chapter  
from a forthcoming book  
which will define the  
abbreviated references.  
Because of publisher's con-  
cerns, I ask that any quota-  
tion from or publication of  
the contents, other than the  
most general reference, be  
made only by specific  
approval.*

—C. Hansen

We frequently encounter the proposition that God runs the universe with love. This may sound good to many of us; but, in scientific terms, to suggest that love is the logical foundation of Reality, would seem a bit much. In fact, love has no basis in scientific theory of any sort. Currently, love is not even the backbone of any major school of philosophy. Even in the religion of love, Christianity, love seems to frequently sit "second pew", behind issues such as "economic and social justice" or other concerns of doctrine and theology, much of which seem far removed from the simple example of love, set by its founder.

The small hold that love does have seems to be bound up in our innermost subjective experiences; those with our intimate few family and friends, and our personal relationship with divinity, whatever it may be. But in the wider scope of things, love seems to be without much foundation. One modern psychologist suggests that "love may be like a crutch, impeding the development of the new social forms so important for the development of a better and more satisfying human condition...." (SOL, p51) To such thinkers "love" is simply a superfluous hangover of our family and tribal evolutionary development—an emotion that must gradually diminish in importance as greater social organizations unfold. Doctors now recommend, for example, that working parents get their children into day-care before extensive bonding of love takes place—it makes "separation" less stressful. This does not suggest that parents are cold-hearted; but only dealing with the practicalities of modern life in a professional and scientific manner. Even in these more intimate matters, we tend to follow the lead of scientific thinking much more than we usually realize. And although we all welcome the experience of love, the cold fact is that love has no demonstrated scientific or logical foundation in our civilization. As one thinker expresses it: "it would be a mad romantic [to propose that] love can be the energy of the social order"—the large scales of social, business, economic, and political organization. (ANA, p59) As another summarizes the case: "the value of love has yet to be demonstrated." (SOL, p27) And without a foundation of scientific usefulness, love is, as Jesus seems to have expressed it, "the stone the builders have rejected."

Science is the search for logical foundations, the search for consistent or unchanging prin-

cles, the search for "foundation stones," so to speak, that underlie our life experiences. Science is, as Einstein defined it, "methodical thinking, directed toward finding regulative connections between our sensual experience." (I&O, p50) And love seems to be a "sensual" experience, so to speak, something we actually can discern by our senses. So it would seem that love could be scientifically studied to see if we can find in it any such "regulative connections," consistent causes, or "logical foundations." The key to such a scientific study of love would be to find a way of observing love as we actually experience it, rather than trying to bring it into the laboratory, killing it, and dissecting it. Perhaps it could be observed in "everyday life" where it seems to occur; and perhaps this would meet scientific standards, for, as Einstein observed: "The whole of science is nothing more than a refinement of everyday thinking." (I&O, p290)

For several years now I have been involved in such a "scientific" study of love, and I would like to share some of the findings with you.

The first thing an observer notices about love, in everyday life, is that it is something that seems to occur between an individual and another person or object. And, that it can only be observed (if some action takes place between the two. I am not saying that love consists only in action, but that love manifests only in action.) This is akin to saying "Love without works is dead," which, of course, is nothing new. But what is somewhat "new" is that the actions of love can be classified into a limited number of distinctly separate categories; there are only so many ways to love someone or something.

This means that, regardless of what goes on mentally or emotionally, and there is a lot of mental and emotional processing involved in love, the actions of love occur in certain clearly definable and consistent patterns; patterns which I term Love's action elements. These action elements form the major expressive component of Love termed Care; and behind Care, with its action elements there, are many other mental components and elements crucial to Love: Respect with its elements such as recognition and admiration; Knowledge with its elements such as patience, humility and forgiveness; and Responsibility, with its elements such as trust and loyalty. But regardless of all of the mental elements vital to love, it all gets down to action. Actions are the only things by which we can observe the experience of love in a scientific

ACTION

manner.

So our first lesson in the mathematics of Love begins with: "How do I love you? let me count the ways." And if we do count the ways, we find (so far) that there are only ten ways we can express love regardless of how much we may love someone—eleven ways if we include a zero-action element. Keep in mind that these elements can be combined or mixed in any particular instance of love.

- 1- First, we can express love by paying attention to another; this is called Attentiveness.
- 2- Second, we can express love by Listening to another. And here listening is defined as conscious assimilation of all sensory data by ears, eyes, touch, smell, or whatever. Students of Jesus will recognize that he always listened first to those he loved: "What is it that you seek?"; "What is it that I should do unto you?"
- 3- Third, we can express love by Thanking another—something as simple as "Thank you."
- 4- Fourth, we can express love by Encouraging another. Encouraging means to "spur on" or to "inspire" as when we send someone a card. Or it may take on the form of simply being present. Jesus' "I will be with you always" is a form of encouraging, as is his suggestion to visit the sick, the widowed, the orphaned, and the prisoner.
- 5- Fifth, we can express love by Praising another—by expressions intended to commend or approve. At its highest intensities, praising becomes glorification or worship.
- 6- Sixth, we can express love by Comforting another. Comforting traditionally means "consolation" to someone in distress; but here comforting is used in its more expanded meaning, that of providing or increasing contentment or security by means of direct physiological contact, that is, by direct touch or by tool. This is more along the lines of the use of the term when we refer to a comfortable chair. Most touch associated with love falls in this element, including that of a sexual nature, or even that of the casual handshake. One also may "comfort" inanimate objects, as a sculptor may with clay, or as a musician may do with an instrument, or as any workman doing any task may do whenever a tool or a product is touched.
- 7- Seventh, we can express love by Assisting another. Assisting is direct energy expenditure made in alignment with another's effort, such as "lending the helping hand" to help someone change a tire.
- 8- Eighth, we can express love by Sharing with another. Sharing is a temporary or permanent transfer of direct or invested energy to another,

but with some reciprocal arrangement usually implied. When you share your lawnmower with your neighbor, you expect to get it back. When you share your ice-cream cone, you expect the sharee might do the same with his or her ice-cream cone next time, and so on. Lending is a form of sharing, even when, as Jesus suggests, you sometimes lend expecting (nothing) in return. But even if you do not expect a return, sharing always allows for a reciprocal.

9- Ninth, we can express love by Contributing something to another. Contributing is a permanent transfer of direct or invested energy with no reciprocity intended. In fact, the ultimate contributing is performed (in secret) as Jesus suggests, making reciprocity impossible. We also, of course, contribute many things to those who know where they are coming from, especially to children, with no direct, immediate reciprocity intended.

10- Tenth, we can express love by Protecting another. Protecting is the direction of action or energy so as to oppose potential or immediate threats. There are both "passive" and "active" modes of protecting; but we should keep in mind that the same individual who suggests that one "turn the other cheek" was speaking of a "smite from one's neighbor," not a battle ax swung at one's head; and that the same Jesus appears to have warned us to always be ready to "sell our garment and buy a sword." Protecting is a crucial action element of love, even if not always recognized as such.

11- Finally, we can express love toward another by simply not doing anything to them, by "letting them alone" sometimes.

So these are the ten action elements of love: (Attentiveness, Listening, Thanking, Encouraging, Praising, Comforting, Assisting, Sharing, Contributing, and Protecting. Usually, several of these elements are involved in any particular "event" of love, and occasionally one deliberately "leaves someone alone" or opts for love's zero-action element.

But even the zero-action element of love is made up of something very vital. And this "something" we can always sense, or discern, when love is present; it is what I term the intent-to-please. Some might wish to term it goodwill, but it is actually not a general notion as goodwill is usually considered. The intent-to-please is a very specific assertion toward another person or object. When incorporated into action, it occurs right at the "impulse to action" and becomes a recognizable part of it. It becomes embodied within the action itself. Without the intent-to-please, love simply does not seem to occur. But with the intent-to-please,

"The key to such a scientific study of love would be to find a way of observing love as we actually experience it rather than trying to bring it into the laboratory, killing it, and dissecting it."

2

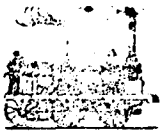
"I am not saying that love consists only in action, but that love manifests only in action."



"So our first lesson in the mathematics of Love begins with: 'How do I love you? let me count the ways.'"

(1) = TO PLEASE = TO SATISFY NEEDS

"Jesus describes it perfectly with his statement: 'I do always those things that please the Father.' The intent-to-please becomes love's common element."



"...the observed presence of the action elements...occurring from one person toward another means only one thing. It means love—so long as the intent-to-please is there also."

any of the preceding action elements, even the zero-action element, fall within love's domain. Jesus describes it perfectly with his statement: "I do always those things that please the Father." The intent-to-please becomes love's common element. It must be there every time all the time, whether direct action is taken or not.

I stress that the pleasing aspect of the intent-to-please should not be confused with simple pleasure, any more than a parent pleases the child by offering the pleasure of perpetual ice-cream cones. In mathematical language, the intent-to-please is of a higher order integration than pleasure or pain; that is, it includes a much greater spectrum of (information). Even that which is painful, like a good athletic workout, can be pleasing. And that which is pleasurable can be far from pleasing—especially in retrospect.

Now this may all seem quite simple, and it is, but let us look at what has been accomplished. From all of the reported experiences related to love, out of all of the "billions and billions" of actions that humans use to express love toward one another, or toward anything, we have reduced love's possible expressions to just ten—or eleven—simple categories. In so doing, we have achieved what science first attempts to achieve when it focuses on any phenomenon. We have recognized some underlying consistencies in love's everyday experience. And this is far from trivial, for what we now have is a format of ten action elements, and a zero-action or common element, which define love's expression whenever and however it may occur—whether the individuals and/or objects involved are young or old, of the present era or of the ancient past; regardless of geographic location; and regardless of the language, or educational or cultural context. In any situation, the general association of these ten action elements, with the ever-necessary common element, the intent-to-please, can be recognized as love, or as what I call the system of love.

True, some of these elements may take on literally billions of differing expressions and many quite different forms. Some may be couched in even ignorant action—such as early physicians attempted the comforting of patients by bleeding them. But nevertheless, the observed presence of the action elements of Attentiveness, Listening, Thanking, Encouraging, Praising, Comforting, Assisting, Sharing, Contributing, and Protecting occurring from one person toward another, means only one thing. It means love—so long as the intent-to-please is there also. As already mentioned,

there are other "mental" components and elements of love which are necessary; but if science is to deal with love, it must deal primarily with observables, the simplest of which have just been summarized as love's action elements.

These observable action elements of love and the discernible intent-to-please, can now be looked at from a more logical or mathematical perspective. The mathematical perspective is not so much concerned with numbers, as it is concerned with the search for "relationships of relationships," as one famous mathematician (Von Neumann) explains it.

Each action element of love constitutes a real energy expression, a real "energy event" that has a certain sense, a certain direction toward someone or something, and an amount or magnitude of energy. In mathematical terms, such an "energy event" is termed a vector. A whole event of love may embody many such vectors, but let us keep it simple here.

Let us first take a closer look at a vector, an "energy event" embodying sense, direction, and magnitude, and see just how accurately this mathematical language fits the action elements of love.

The Sense of a vector means just what it says: you can "sense" when someone's action is Listening, or when someone's action is Thanking, or Sharing, or Protecting, and so on. Similarly, you can "sense" whether, within the very core of the action impulse, there is an "intent-to-please." It is vital to keep in mind that any vector that may constitute love, can have a "sense" which is clearly not of love. There can be a loving thank-you, and a very spiteful thank-you; there can be Sharing out of love, or Sharing out of fear; Assisting out of love, or Assisting out of fear or coercion, and so on—the same general profile of an energy event, but with entirely different "sense."

The Direction of a vector also means just what it says: you can direct the energy of any action element at yourself, for example, or toward another person or object.

And the Magnitude of a vector also means just what it says; but it is a relative energy amount, not one we can measure precisely in absolute terms. Jesus makes this clear when he observed of the widow's last mite going into the donation box, "She has given more than all the rest." The greatest relative magnitude of a vector of love is also described by Jesus: "to lay down one's life for a friend." There is no more energy that one can give; and also note that the direction is totally aimed at another. Jesus thus defines the precise maximum magnitude for a vector of

love's action. Whether such a maximum vector might be one of Assisting, or Protecting, or some combination involving love's other vectors, we would usually term this high magnitude of love one of Devotion. Right beneath it would be the lower magnitude of Nurturing; then below that would be the magnitude of Consideration, below that, Kindness; and finally, the least magnitude of love's vectors, that of Courtesy. I will not elaborate on these various magnitudes, but this simply shows how all of the language fits, and stresses that love's action elements can be observed across a wide range of magnitudes, appropriate to various situations. A simple, courteous thank-you is an appropriate magnitude of love in some instances, just like a devoted sacrifice of self may be an appropriate magnitude in another instance.

And, by the way, if vectors and love seem a strange mix of language, keep in mind that it was Jesus who first used the concept that any mathematician will instantly recognize as the language of vectors: "Give and it shall be given back to you"; "For with the measure you mete it shall be measured back to you again." Jesus is speaking about the general sense, direction, and magnitude of love's "energy events."

When we mention science or mathematics, however, we do not normally think of Jesus, but of someone like Albert Einstein—probably the greatest scientist of our times. Einstein set in place an entirely new framework by which observation of the universe—and everything within it—can be conducted. We usually term this framework Relativity Theory. Unfortunately, his framework has been somewhat misunderstood by most of us. His essential principle of Relativity is not even close to what "cultural or moral relativism" has come to mean—the justification of various opinions and diverse perspectives. Einstein used the term relativity to mean "Seek and you will find"; he did not mean "Just look and you will see." For Einstein, relativity described the search for, and validation of, the invariants, the constants, the things that do not change, the things that are "absolute and reliable despite the apparent confusions, illusions and contradictions" that occur with changes in, or diversity of, perspective. (EU,p2) His was the search for the basic principles whose objectivity can be demonstrated, regardless of the perspective or viewpoint of the observer.

(It should be stressed that Quantum Theory is sometimes cited as a rebuttal of Einstein's basic framework of Relativity. This is not so. Although the two theories do not merge perfectly, the fact is that Einstein helped found

Quantum Theory, and it is an error to suggest that he rejected it. He did have "problems" with it, so to speak. And his fundamental argument with Quantum Theory was that its probabilistic nature, its foundation of "chance," could not be the ultimate logical foundation of Reality. Thus his famous statement: "God does not play dice with the Universe.")

Einstein's kind of thinking is so profound that, as one fellow scientist observed as early as 1936, "In him philosophy, logic, theology, physics, and mathematics become reunited." (IQOM,p33) Einstein held that consistent principles that do not change, must underlie the whole of Reality, and must be objectively describable...preferably in the language of mathematics.

By finding that love manifests in terms of a consistent, objectively describable set of action elements that can further be defined as vectors, we have taken the first step in finding something about love that "does not seem to change" even as we change our perspective. We have taken a small step along Einstein's route. Thanking will always appear locally as something unique, but any observer should have little trouble defining it as a Thanking vector regardless of the perspective of culture, time, or situation. (With its intent-to-please) no one could misinterpret a thank-you of love for a vicious thank-you whose intent was to harm. So a Thanking vector, just like a Praising vector, a Comforting vector, an Assisting vector, or a Sharing vector, has its unique consistent language of sense, direction, and magnitude regardless of the perspective of the observer or the particular context of the event. This unique, consistent, underlying language of vectors is the most universal of all language, that of mathematics—the ultimate language of science.

Anything that demonstrates consistency or an unchanging nature, irrespective of the viewpoint, is said, in mathematical terms, to possess symmetry. The great breakthrough of Einstein was, for instance, to realize that the laws of nature—specifically the laws of physics—had to be symmetrical for the known universe; they had to be experienced everywhere the same, unchanging and equally applicable. Since Einstein's demonstration of symmetry at the foundation of physics, modern physicists have found over and over again that symmetry holds the keys to the laws and operation of the universe. Modern physics has become essentially a search for ever greater symmetry ultimately expected to be found in one fundamental principle—much as Einstein predicted—a principle that is unchanging,

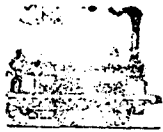
4

"...if vectors and love seem a strange mix of language, keep in mind that it was Jesus who first used the concept that any mathematician will instantly recognize as the language of vectors...."



"By finding that love manifests in terms of a consistent, objectively describable set of action elements that can further be defined as vectors, we have taken the first step in finding something about love that 'does not seem to change' even as we change our perspective."

→  
→  
"...this would mean that love is not simply some subjective experience but is something that is profoundly, objectively real."



"What all this means is that love seems to satisfy the mathematical or logical conditions of Group Theory...."

invariant, constant, under all circumstances regardless of the perspective of the observer. Einstein held that such a principle would extend far beyond the realm of "physics", to include life, intelligence, and even human personality.

Coincident with Einstein's Relativity Theory and the search for such symmetry, a new branch of mathematics has evolved and has proven to be specifically geared for defining the presence of symmetry in complex phenomena. This mathematics is called the Theory of Groups. Sounds simple enough; but as one great mathematician described it, it is "a super mathematics in which the operations are as unknown as the quantities they operate on and [in which] a super-mathematician does not know what he is doing when he performs these operations." (TTOG, p1559) It's not quite that bad, and fortunately it can be presented in plain English. Its essence is that it enables one to take a collection of vectors that seem to operate as a system, like the "system of love," and test them for invariance under all possible transformations, that is, for all possible manifestations, or conditions, or from all possible perspectives. If the action elements of love with their common element can pass this test, if they possess the "Group property," then we are no longer talking about simple consistency of these elements among various cultures, timespans, and contexts; we are reaching far deeper into some type of fundamental symmetry that emerges from the very nature of whatever love is. And this would mean that love is not simply some subjective experience but is something that is profoundly objectively real.

How does love perform under this test of relativity, the test of Group Theory?

The first test of a group is to see if its elements, when combined or mixed, stay within the group. If we combine, or mix, the vectors of love, such as Thanking and Listening, for example, or if we combine Attentiveness and Protecting, or Assisting and Contributing, or any other of these action "vectors," can we stay within the domain of love or do we generate something else, something outside of love? The answer is that any combination, or mix, of the action elements, or vectors, of love, remains within the group defined as love. This holds for even its zero-action element which is also a vector; it has love's sense and direction, but with zero magnitude.

The second test of a group is a little more complex: We must see if the rule of combination of elements is associative. This means: If you send someone a gift (Contributing) with a

thank-you note (Thanking) and then have them over for dinner (Sharing), is the result different than if you change the manner of combination slightly by sending them a gift, and then inviting them over to your home, thanking them, and having them for dinner? No. There is no essential difference: the "message" stays the same as you combine one element with any combination of two other elements. Love's vectors can be arranged in combinations in any manner—without changing the love content itself. 5

The third test for a group is to see if the system of love contains an identical member or common element such that, if it is combined with Listening, let us say, then the result remains that of Listening. Or, when combined with Assisting, the result is still Assisting. The intent-to-please is just such an identical member. It also might be considered the zero-action (zero magnitude) vector and its embodiment does not change the essence of an action vector. It also works either way: you can combine the intent-to-please with Thanking or combine Thanking with the intent-to-please. In the actual case it makes no difference. However you add the intent-to-please, like yeast in the bread, it permeates the whole "energy event."

The fourth and final test for a group is to see if there exists a reciprocal for each of the elements such that, when combined with the element itself, the result is the identical member, or the common element. As the system of love necessarily includes both a subject and object, this would mean that if you gave someone a book for Christmas, an act of Contributing, and if they just happened to give you a copy of the exact same book, a perfect reciprocal, then while the vectors of Contributing exactly cancel each other in terms of energy, the intent-to-please survives and is experienced in perfect condition. There is no possible vector of love that does not have such a possible reciprocal and from whose combination the intent-to-please does not survive unscathed.

What all this means is that love seems to satisfy the mathematical or logical conditions of Group Theory, and it therefore must possess an innermost symmetry: love remains invariant, unchanging, under all conditions, from all perspectives—regardless of place, time, culture, language, age of those involved, or context of the immediate situation. And even more revealing, its most unchanging element is its common element, the intent-to-please. However we transform love into any particular event—and into any of its manifestations, whether Listening, Thanking, Sharing, Protecting, or

any combination or mix of these or the other of love's action elements, the intent-to-please remains completely invariant—much as Jesus suggested with his statement, "I do always the things that please...."

But actually, this means much more than simply finding symmetry, finding something that does not change regardless of how we look at it. WHY is symmetry so important to an Einstein or to any modern mathematician or physicist? It is not because symmetry always seems simple, elegant, even beautiful—as well as unchanging. Science has different interests. "Science is swayed only by efficient causes," a great American philosopher and scientist Charles S. Peirce has reminded us. Science is interested in what works, and in what works with the least energy expenditure; it is called efficiency. So here we find the reason scientists pursue symmetry: That which is inherently symmetrical, is inherently efficient. Symmetry and efficiency are somehow related in the universe. The sphere, or globe, for example, is symmetrical from any perspective, and is perfectly invariant in relation to its center. It is also the most efficient use of energy-matter to provide the maximum surface area and/or the maximum volume.

So, by finding an inherent symmetry within the system of love and by demonstrating this symmetry in the mathematical language of Group Theory, something most significant has been accomplished: we have crossed over the line of looking at love as something that is just simple, elegant, even beautiful. We have crossed over into the world of science itself; the world of efficiency. As one great mathematician observed: "...if and whenever you ascertain the group of all the transformations that leave invariant some specified object or objects of thought, you thereby define perfectly some actual (or potential) branch of science..." (TGC,p1546) We have just defined such a group of all possible transformations consisting of the action elements of love with its common always unchanging element, the intent-to-please. Indeed, we have uncovered the New Science of Love.

Will this change things? I believe it will. If we were just demonstrating that love looked and felt nice, that would not do much. But we have done more than that. This "new science" means that love's inherent symmetry is most probably linked to the paths of highest efficiency for needs-fulfilling human action. The language of love, then, is not only that of looking and feeling nice, it is the language of the "easier yoke and the lighter burden"—across the board of pur-

poseful human activity, precisely as suggested by Jesus.

Indeed, this *should* change things, for it constitutes a scientific basis for all the human and social sciences. The Group of Love's vectors provides a format which should demonstrate the most efficient profile of any interaction of information and exchange of energy in all of its forms among humans. There is no other known invariant principle that can presently demonstrate such symmetry, with its implied efficiency, for the full range of purposeful human action—across time, place, culture and situation. I add here that from this work it has been possible to soundly demonstrate the actual linkage between efficiency and love in measurable, needs-fulfilling human activity, which I cannot go into here in any depth. But I will say that if you study the Japanese, you will see the emergent results of love's symmetry reflected in raw efficiency of their entire social order—their psychology, their sociology, their business, their economics, their justice, and even their government. I do not mean to suggest that the Japanese are perfect; but the embodiment of love's elements in their entire culture—simply loving one another—is such that it now puts any other society on this planet almost to shame. And with love's gentle efficiency, they are busily inheriting the Earth—much as Jesus predicted.

Nevertheless, when all the logic and evidence is weighed, it means that the system of love, actually a group in mathematical terms, defines a unique logical foundation for all of the human and social sciences—psychology, sociology, economics, and politics—all of which, unless they can find a fundamental principle of symmetry and efficiency of their own, must eventually bow to the symmetry and inherent efficiency of love. For humans will ultimately take the easier way; the most consistent simplest, and most efficient path in everything they do—in all of their "energy events." And the logical foundation of moral philosophy must bow to the same path. So the long-sought-for objective basis of morality appears to be found here also, exactly as suggested by Jesus.

And there is more.

For ages now, humanity has searched for a principle that might unite both the natural and human sciences, as well as philosophy and religion. Following Einstein's lead, such a principle would have to reflect the ultimate symmetry—and efficiency. In this quest, we sometimes like to separate humanity from the rest of Reality, and search for principles that apply to science, but not to humans; or that

6

...we have crossed over the line of looking at love as something that is just simple, elegant, even beautiful. We have crossed over into the world of science itself...."



"The language of love, then, is not only that of looking and feeling nice, it is the language of the 'easier yoke and the lighter burden'—across the board of purposeful human activity, precisely as suggested by Jesus."

apply to humans but not to science. Actually, Einstein with his "unprecedented universality" finally ruined this game whether we recognize it yet or not. There is only one Reality, according to Einstein; much as Jesus seems to have observed: one continuum alpha to omega. This means that the energy events of human action, the vectors of love, for instance, fall within Reality, not outside of it. So what we have encountered is a group composed of real vectors, not imaginary ones; and this means that love is a manifestation of an invariant that must penetrate Reality (all of it). At the core of love's symmetry, then, resides its unchanging common element, an invariant (the intent-to-please) which must penetrate all of Reality as humans experience it.

Now it is the nature of the intent-to-please as we experience it, to be only persuasive; there is no coercion possible, no force involved, in this invariant. Its pure attraction could be said to consist of an absolute persuasion toward efficiency. But, it was Einstein who revealed that gravitation, whose law sets the general conditions "which regulate physical phenomena" of the energy-related or natural sciences (Whitehead) is actually not a force at all, but is more of a persuasion toward paths of highest efficiency. So here, we encounter the first merging of principle that offers to unite hard science with the invariant we have just defined. In fact, just such a principle was proposed almost a century ago by a man who is gradually becoming recognized as perhaps America's greatest thinker, Charles Peirce. A scientist, philosopher, and a mathematician, he termed the merging principle of all science, philosophy, and religion, evolutionary love. Although too ill to complete his writings, in an apparent reference to this integration he stated that his proof would be "surprisingly simple"; that it would change our understanding of Natural Laws and "free will"; and that it would change religious faith into more of a logical conviction. Unfortunately, he left us before demonstrating his philosophy in rigorous logic. But, it seems that the merging of all of science, philosophy, and religion cannot be far from this, for love with its absolute persuasion toward efficiency demonstrates an objective basis with which not only the fundamentals of gravity, but also with which all human needs-fulfilling experience, including the human experience of values, morality, and aesthetics, would seem to align. And while it does not define God, of course, or prove that he exists, it can be said to reflect a

most friendly, if not a loving, nature penetrating Reality. Indeed, it seems Reality does intend to please with an invariant as constant as the speed of light or the persuasion of gravity. Perhaps Einstein's great intuition foretold this solution when he stated: "There is only one important question for scientists, namely, is the universe friendly?" (John Kiley, NR, Apr. 24, 1987, p39, Poem YES)

As the great philosopher Alfred North Whitehead observed in 1925: "We are entering upon an age of reconstruction in religion, in science, and in political thought. Such ages, if they are to avoid mere ignorant oscillation between extremes, must seek truth in its ultimate depths. There can be no vision of this depth of truth apart from a philosophy which takes full account of those ultimate abstractions whose interconnections it is the business of mathematics to explore." (S&MW, p39)

Accordingly, the mathematics of love sets the logical foundation in place by which construction of the new age may begin. Love, of course, cannot be understood as simply a matter of mathematics, of vectors. It is understandable only in terms of the whole personality—from which the vectors of Attentiveness, Listening, Thanking, Encouraging and the rest emanate. The wholeness of love must find its understanding in the role model of personalities who love. And unbeknownst to many of us, one of the greatest of scientists, Einstein himself, referred to Jesus and his teachings as the ultimate model for humans to follow. (TWAISI, p111) America's greatest scientific philosophers, Charles Peirce and Alfred North Whitehead, also reached the same conclusion. (ITPOCSP, p462) And it has long been recognized that religions tend to center on the loving, role-model personality of their founders; even if not Jesus. By adding the scientific foundation to what these personalities have demonstrated, we only clarify their essence. But this also means that from the perspective of science, philosophy, and religion, the stone the builders have rejected is soon due to be recognized as the head of the corner, assisted by a language which the builders cannot ignore—the universal language of science: mathematics, the mathematics of love.

Copyright © 1988, Charles E. Hansen. All Rights Reserved.

"The wholeness of love must find its understanding in the role model of personalities who love. And unbeknownst to many of us, one of the greatest of scientists, Einstein himself, referred to Jesus and his teachings as the ultimate model for humans to follow."

(1): "To intent to please" others is equivalent to try to satisfy their spiritual, emotional, psychological and material needs.

Sonja Kovalevsky

Jan-Erik Björk

Reviderad av

Pavel Kurasov och Rooney Magnusson

med bidrag av

Jan Boman och Lennart Börjeson





Sonja Kovalevsky (1850–1891)

## Inledning

Matematikern Yuri Manin, som erhöll Vetenskapsakademiens Rolf Schockpris i Stockholm 1998, har beskrivit varför Sonja Kovalevskys liv väcker intresse in i våra dagar:

Det är drygt hundra år sedan Sonja Kovalevsky dog, men hennes livsöde känns ändå aktuellt. Hennes vetenskapliga bedrifter och sociala liv, hennes begåvning, karaktärsstyrka och livsmål, fortsätter att slå an strängar i vår egen samtid.

Själv sammanfattade Sonja sitt livsmål med orden:

Jag tror att mitt öde är att tjäna sanningen i vetenskapen, men också att arbeta för rättvisan genom att öppna nya vägar för kvinnor.

Sonja Kovalevskys doktorsavhandling lades fram i Göttingen 1874. Där ingår ett arbete om partiella differentialekvationer med analytiska koefficienter. Det publicerades 1875 i tidskriften *Journal für die reine und angewandte Mathematik* och innehåller resultat av bestående värde. Hennes främsta vetenskapliga bedrift var den uppsats som tilldelades Bordinpriset på julafton 1888 i Paris. I detta arbete "*Om rotation hos en stel kropp kring en fast punkt*" avrundades en fundamental problemställning i teoretisk mekanik som initierats av Leonhard Euler i mitten på 1700-talet.

I juni 1889 utnämndes Sonja Kovalevsky till professor i Högre matematisk analys vid Stockholms Högskola. Det har skrivits många artiklar och biografier kring hennes liv och verksamhet. Den mest innehållsrika är skriven av vetenskapshistorikern och matematikern Pelageya Kochina och utgavs i Moskva 1981 [7].

Sonja Kovalevskys namn förblir aktuellt runtom i världen. I Ryssland finns ett museum som bär hennes namn i hennes barndomshem i Palibino. I Kaiserslautern finns en speciell Sonja Kovalevskyprofessur dit framstående kvinnliga matematiker från hela världen bjuds in.

Den följande texten innehåller en översiktlig levnadshistorik. För att bättre levandegöra Sonja Kovalevsky hänvisas till hennes litterära skrifter, tidningsartiklar och brev till vänner. Utdrag [2] som återger hennes egna ord finns på hemsidan hos matematiska institutionen vid Stockholms universitet med adress: <http://www.math.su.se>.

Före avsnittet Levnadshistoria avslutas denna inledning med några rader av Ellen Key. Hon var en av Sonjas närmaste vänner under hennes år i

Stockholm. De träffades regelbundet då Ellen Key var lärarinna vid Anna Whitlocks skola där Sonjas dotter var elev. Ellen har kanske bättre än någon annan lyckats fånga och beskriva det centrala hos Sonjas karaktär och personlighet. I två artiklar publicerade i tidskriften *Dagny* 1891–92 beskriver Ellen hur Sonja brukade försvara sitt älsklingsämne matematiken då hon träffade personer som undrade hur hon kunde ägna tid åt en "så torr vetenskap":

Af lärddt koketteri fanns hos henne icke en skymt. Och de som yttrade sin tillfredsställelse över att ej hos henne finna matematikerns till talesätt vordna "torrhet", erhöilo en liflig försäkran: att den *äkta* matematiken var den minst torra af alla vetenskaper; att denna för den skapande fantasien och spekulativa kraften öppnade hela världssystemet, och att den torra sidan af ämnet blott utgjorde så att säga de grenar på hvilka man klättrade upp och ned i världsträdet.

Ellen Key skriver vidare:

Hon hade ett oupphörligt behof att vidga sina gränser genom att tränga in på nya andliga områden, och hon kastade sig öfver dessa nya ämnen girigt som eld öfver bränsle.

Hvar man såg den lilla, späda gestalten med de fågelsnabba, och endast i större sällskap till följe af närsynthet något tvungna rörelserna, med de strålande ögonen, mellan hvilka tankearbetet gräft en fåra, djup som ett ärr – där visste man att något samtal af intresse var å bane.

Ellen Key avslutade sina texter om Sonja med orden:

Sonja Kovalevsky var sammansatt af de yttersta motsatser: en utomordentlig kultur och en stor, vild naturkraft; en i oändlighet splittrad, nyanserad, impressionabel och en ytterligt energisk, enhetlig, intensiv ande; en modern, analyserande, observerande intelligens och en österländsk, fruktbar fantasi; en exakt matematiker och en idealistisk drömmerska. När man räknat upp alla dessa motsatser, har man ännu hundra onämnda och finner sig ha sagt intet om denna personlighet, hvars utomordentliga, sympativäckande behag kanske till stor del just låg i föreningen af dessa, annars oförenliga, motsatser, en personlighet, hvars rikedomar man ej kunde uttömma, hvars väsen man ej kunde utgrunda, med geniets, kvinnans och den slaviska racens trefaldt problematiska natur.

De återgivna citaten ovan speglar den kanske mest utmärkande egenskapen hos Sonja Kovalevsky, nämligen hennes förmåga att på ett konstruktivt vis förena känslor med intellekt. Följande rader från *Ur ryska livet* visar prov på den iver och ambition som kan sägas ha utgjort själva motorn i hennes liv. Romanens huvudperson Tanja Rajevski – dvs. Sonja själv – läser här poesi och drömmer om att en dag själv bli diktare.

Tanja glömmer aldrig första gången hon läste ur en riktig diktsamling. Det var en uppenbarelse. Efter att ha läst dikter av Pusjkin gick hon i flera dagar omkring som från vettet och mumlade halvhögt för sig själv strofer ur *Fångarna från Kaukasus ...* Sina egna alster brukade hon deklamera högt för sig själv. Störst är poemet "Strömvirveln". Tyvärr är bara tio strofer färdiga – det skall ju innehålla hundraströ! Men Tanja förlorar inte modet utan tror fullt och fast att denna dikt med tiden ska bli en av pärlorna i den ryska litteraturen ...

Sonja Kovalevsky visade att det går att förena intresse och verksamhet mellan naturvetenskap, humaniora och samhällskunskap. Några månader före sin död beskrev Sonja i ett brev till en rysk väninna hur hon upplevde kombinationen av matematik och författarskap.

Jag kan förstå att du liksom många andra förvånas över att jag kan ägna mig åt både litteratur och matematik. De som aldrig haft tillfälle att upptäcka matematikens värld förväxlar den med aritmetik och uppfattar ämnet som torrt och sterilt. I själva verket är matematiken den vetenskap som fordrar mest fantasi. Min lärare Karl Weierstrass har bättre än någon annan tydliggjort detta när han sagt att det är omöjligt att vara en matematiker utan att äga en diktares själ.

Själv har jag aldrig lyckats bestämma mig för var min böjelse är starkast – matematik eller litteratur. Så snart mina sinnen blir trötta av rent abstrakta tankegångar börjar jag genast se mig omkring och brinner av lust att beskriva vad jag ser och upplever. Men i stunder när livet förefaller oviktigt och rent av trivialt lockas jag tillbaka till vetenskapens stränga lagar. Det är möjligt att jag kunde ha gjort mer om jag valt att koncentrera mina krafter på ett enda ämne. Men samtidigt är det omöjligt att ge upp något av dem ...

Även om det torde förbli en dröm för de flesta att uppnå vad Sonja Kovalevsky gjort, kan hennes livsöde väcka tankar om framtida skolutbildning. Sonja Kovalevskys livshistoria kanske kan bidra till att riva ner artificiella väggar som den alltför omfattande mängden av linjeval i det nuvarande svenska skolsystemet skapar, där elever som vill läsa naturvetenskap ofta tvingas avstå från humaniora – och omvänt. Det vore enklare att i likhet med skolor i Ryssland lägga samma vikt vid att skoleleverna läser lyrik av Pusjkin som att väcka deras intresse för geometri och algebra.

## Levnadshistoria

Sophie Vasilievna – också kallad Sonja – med föräldranamnet Corvin-Krukovski föddes 15 januari 1850 i Moskva. Hon växte upp på familjegodset Palibino beläget nära ryska gränsen till Litauen. Sin andliga sammansättning har Sonja beskrivit så här:

Kunskapsbegäret härstammar från min ungerske stamfader Mattias Corvinus; matematiken, musiksinnets och lyriken från min tyske morfars far, astronomen Schubert; från min farmor som bar zigenarblod kommer vandringslusten; min individualistiska frihetskärlek har jag hämtat från Polen och resten är ryskt.

Sin egen barndom har Sonja skildrat i romanen *Ur ryska livet* som utkom i Stockholm 1889 och sedan översattes till många språk. I Ryssland räknas den numera som en litterär klassiker. Sonja undervisades i hemmet där hon tidigt började läsa språk – engelska, franska och tyska. En stor händelse inträffade i det annars ganska stillsamma lantlivet i Palibino då Sonja var femton år gammal. Hennes storasyster Anjuta fick ett brev som bekräftade att en novell hon författat antagits i den litterära tidskriften *Epocha*. Redaktören var ingen mindre än Fjodor Dostojevskij. Kanske var detta livsavgörande för de två systerarna. De kände nu båda att en av egen kraft skapande framtid var möjlig. Systerarna fick senare föräldrarnas tillåtelse att träffa Dostojevskij i S:t Petersburg. Ett kapitel i Sonjas roman skildrar dessa möten med Dostojevskij som ägde rum i mitten på 1860-talet.

Sonjas intresse för matematik väcktes vid samma tid. Hon började få privatlektioner i matematik i femtonårsåldern. Sonja har beskrivit sina tidiga studieår så här:

Det var betydelsefullt och lyckligt för min utveckling att jag tidigt fick möjlighet att koncentrera mig på specialstudier i matematik, utan att odsla tid och andlig kraft på förslöande mångläseri och tidskrävande skolexamina.

Med nutida mått behärskade Sonja tack vare dessa studier redan som artonåring matematik på en nivå som svarar mot avslutad grundutbildning på högskolenivå.

I september 1868 då hon fyllt arton år gifter hon sig. Maken Vladimir Kovalevsky var åtta år äldre. Han hade studerat juridik och varit aktiv i nihiliströrelsen under 1860-talet. Efter giftermålet med Sonja började han ägna sig åt naturvetenskap och studerade främst geologi och paleontologi. Hans vetenskapliga karriär blev betydande. Hans studier om hovdjurens utveckling räknas som banbrytande inom paleontologins område. Så här beskrevs Sonja av Vladimir under förlovningstiden sommaren 1868.

Trots sina arton år är Sparven mycket kunnig. Hon talar främmande språk lika flytande som sitt eget. Hon studerar huvudsakligen matematik. Just nu håller hon på med sfärisk geometri och integraler. Hon är flitig som ett bi från morgon till kväll och ändå pigg, rar och mycket söt.

Sonja undervisade Vladimir i matematik och förklarade kemiska formler för honom. Tillsammans fantiserade de om en framtid "i folkets och vetenskapens tjänst". Sonjas önskan att kunna ägna sig åt vetenskapliga studier var inte unika. Åren kring 1870 reste hundratals ryska kvinnor till Tyskland och Schweiz för att studera naturvetenskapliga ämnen. Sonjas närmaste väninna under de fyra studieåren i Tyskland var Julia Lermontova. Hon är den första kvinnan som erhållit doktorexamen i kemi. Hennes disputation ägde rum i Göttingen år 1874 några månader efter att Sonja hade fått sin doktorsgrad där. Julia blev senare gudmor till Sonjas och Vladimirs dotter.

Våren 1869 bor det nygifta paret i S:t Petersburg där de tillsammans studerar vid medicinska fakulteten. Sonja hjälper också Vladimir vid översättningen till ryska av Darwins bok *The Variation of Animals and Plants Under Domestication*. Vladimirs äldre bror Alexander Kovalevsky (1840–1901) var zoolog och blev i unga år professor i S:t Petersburg. Alexanders vetenskapliga karriär var mycket framgångsrik. Hans arbeten som handlade om att klarlägga samband mellan ryggradslösa djur och ryggradsdjur har haft bestående värde ända in i våra dagar.

Sommaren 1869 reser Sonja, Vladimir och Julia Lermontova till Heidelberg. Sonja ägnar sina första studieår åt matematik, fysik och kemi. I matematik och fysik följer hon föreläsningar av Königsberger och Du Bois-Reymond. Under ferierna gör Sonja och Vladimir längre resor, bl.a. till England där de besöker Charles Darwin. Sonja träffade också romanförfattarinnan Mary Ann Evans – som skrev under manlig pseudonym George Eliot. Detta möte skildrade Sonja senare i tidningsartiklar i Stockholm. En dramatisk resa ägde också rum till Paris våren 1870. Sonja var en tid verksam som sjuksköterska i staden under bombardemanget från de tyska trupper som då belägrade Paris.

Efter studierna i Heidelberg reser Sonja till Berlin för att söka upp den tidens främste matematiker i Europa, nämligen Karl Weierstrass. Sedan hon löst några matematiska problem som han givit henne, erbjöd sig Weierstrass att bli hennes handledare i oktober 1870. Under tre år bodde Sonja med sin väninna Julia Lermontova i Berlin. Vladimir studerade i Jena och gjorde omfattande forskningsresor till Italien varför hans besök i Berlin var ganska sällsynta under dessa intensiva studieår.

Som kvinna hade Sonja inte tillåtelse att bevista föreläsningar i Berlin. I stället läste hon föreläsningssanteckningar och fick regelbundet privatlektioner av Weierstrass. Bland de ämnesområden hon studerade för Weierstrass förekom bland annat Abelska integraler som kom att bli ett av Sonjas matematiska specialområden. När hon senare kom till Stockholm gav hon under fem terminer föreläsningar om Abelska funktioner och integraler. Andra ämnen som hon studerade för Weierstrass var komplex funktionsteori och partiella differentialekvationer med analytiska koefficienter. Det sista var huvudämnet för hennes doktorsavhandling. Sonja erhöll doktorsgraden i matematik i Göttingen år 1874. Vladimir hade under tiden fått sin doktorsgrad i Jena 1872 och åren efteråt skrivit ytterligare vetenskapliga arbeten. Nu återvänder Sonja och Vladimir till Ryssland. En stor familjesammankomst äger rum på Palibino i september 1874 där Sonja gratuleras av släkt och vänner. Efteråt flyttar Sonja och Vladimir till S:t Petersburg där de kommer att vistas de följande fem åren. Sonjas far avlider 1875. Sonja sörjde honom djupt. Äktenskapet är de närmaste åren harmoniskt. Men både Sonja och Vladimir möter problem, de får inte anställning på universitetet. Vladimirs utländska meriter räknas inte och för Sonjas del är alla portar stängda. Hon får inte ens arbete som lärare på gymnasieskolor. När hon vid ett tillfälle erbjöds att undervisa matematik för de allra första klasserna avböjde hon och lär sarkastiskt ha sagt att hon var *alltför dålig på multiplikationstabellen*.

Utan anställningar börjar Sonja och Vladimir tillsammans ge sig in i fastighetsaffärer för att hålla sig ekonomiskt oberoende. De lever några år på Sonjas arv efter hennes far. Makarnas tillvaro är ganska vidlyftig och under flera år överger Sonja helt matematiken. Tiden fram till dotterns födelse 1878 har hon beskrivit i sin novell *En nihilistflicka*:

Livet i S:t Petersburg vände snabbt ut och in på mig efter de asketiska studieåren i Tyskland. Jag blev som förgiftad och kastade mig in i allt det nya. Fick alla möjliga bekantskaper, deltog i fester och andra tillställningar, besökte teatrar och olika möten. Med ett slags feberaktig nyfikenhet tog jag del av allt som i första ögonkastet ter sig glittrande men egentligen bara är en tom fasad – med ett ord det så kallade S:t Petersburgska livet.

Sonja lever dock inte bara i sus och dus. Hon är medarbetare i tidskrifter och skriver teaterrecensioner där hennes fina uppfattning om skådespelarprestationer väcker stor uppskattning. I populärvetenskapliga artiklar beskrev hon bl.a. de senaste rönen från Pasteurinstitutet i Paris. I andra artiklar presenterade hon olika tekniska uppfinningar som vid den tiden började se dagens ljus, bl.a. telefonen och flygmaskinen.

Under dessa år förstärks även Sonjas litterära intressen. Författare som Tolstoy, Dostojevskij och Turgenev besöker ofta makarna Kovalevskys hem.

Dottern Sofija föds den 17 oktober 1878. Förlossningen var mycket svår och ledde till kronisk hjärtsvikt som torde ha bidragit till Sonjas alltför tidiga bortgång. Sonja hade redan ett halvår före förlossningen reserverat två rum till barnkammare och köpt en ko för att det nyfödda barnet med tiden skulle få färsk mjölk. Under dotterns första år levde Sonja bokstavligt intill henne. Skälet var naturligtvis att hon ville undvika att andra kom för nära på grund av risken för allvarliga infektioner som drabbade många nyfödda barn vid den här tiden. Dottern Sofija växte också upp med en mycket god fysisk hälsa.

Sonja ledde också insamlingar till ett gymnasium för flickor. När skolan startade blev hon medlem i kollegiet. Men inte ens då fick hon rätt att undervisa som lärare i matematik! Det var annars hennes högsta ambition.

Vladimirs redan förut labila mentala tillstånd förvärrades under denna tid. Han blev också utsatt för ett förtal som bidrog till att han började isolera sig från omgivningen. Tidigare vänner till Vladimir som levde i exil i Schweiz – där nihiliströrelsens ortodoxa marxister var koncentrerade – publicerade en tidningsartikel som utgavs i Genève 1879, där Vladimir orättvist anklagades



för att *vara spion i tsarens hemliga polis och en humbug som stulit sina vetenskapliga arbeten från Darwin.*

Efter ett misslyckat fastighetsprojekt, som Sonja och Vladimir inlett tillsammans, förlorade de sina sista pengar. Med hjälp av Sonjas yngre bror Fedija och Alexander Kovalevsky kunde de lösa ut akuta skulder och flyttade i slutet av 1879 till Moskva där de bodde i en mindre våning. Sonja arbetar en tid vid ett företag som installerade elektrisk gatubelysning. Vladimir får äntligen en tjänst som docent i geologi vid universitetet i Moskva.

Tillvaron börjar stabiliseras och Sonja återvänder till matematiken. Hon håller bland annat ett föredrag om Abelska funktioner vid en kongress i S:t Petersburg i januari 1880 som blir uppskattat. Hon blir också invald som medlem i Moskvas matematikersällskap. Men själva universitet är helt stängt för kvinnor så det är aldrig tal om möjlighet till någon undervisningstjänst. Ett brev som Sonja skrev till Gösta Mittag-Leffler i januari 1881 beskriver både hennes engagemang och de svårigheter hon hade som matematiker i Moskva vid den tiden:

Nyligen hade jag en mycket het diskussion med flera av professorerna vid Moskvauniversitetet som påstod att teorin om Abelska funktioner inte var tillräckligt utvecklad för att kunna tillämpas på seriösa problem och att teorin var så torr och utarmad att Abelska funktioner inte kunde komma på tal som ämne för en universitetskurs...

I mars 1881 sker en omvälvning i Ryssland efter mordet på tsar Alexander. Det sociala klimatet hårdnar. Flera av makarna Kovalevskys vänner arresteras. Sonja reser utomlands med dottern och vistas sommaren 1881 hos Weierstrass och hans två systrar. Sedan reser hon till Paris där hennes syster Anjuta bor med sin familj. Vladimir är kvar i Ryssland där han fått erbjudande att arbeta hos ett oljebolag. Till en början trodde han naivt att hans anställning berodde på hans kunskaper som geolog. Men i själva verket hade han kommit i händerna hos ett suspekt bolag där han blivit anställd för att utan egen skuld bära ansvaret för bolagets svindlerier. När Vladimir ställdes inför rätta som ansvarig för påstådda svindlerier orkade han inte invänta domstolsprocessen utan begick självmord våren 1883.

Sonja var i Paris när beskedet om makens död kom. Efter dödsbudet blev hon medvetlös av utmattning och sorg. Hennes väninna Marija Mendelson har berättat att Sonja dagarna efter dödsfallet påminde om en fågelunge som ramlat ur boet.

Sommaren 1883 bor Sonja med sin dotter i Alexander Kovalevskys hem i Odessa där hon efterhand återhämtar livskraften. Gösta Mittag-Leffler erbjuder nu Sonja att komma till Stockholm. Hon reser dit hösten 1883. Dottern får stanna kvar i Ryssland där hon de närmaste tre åren bor hos Alexander Kovalevskys familj i Odessa och växer upp med tre kusiner.

## Tiden i Stockholm

Vårterminen 1884 föreläser Sonja vid Stockholms Högskola som oavlönad docent. Den 28 juni 1884 (med tillträde den 1 september) förordnas hon till professor under fem år. Med detta inleds en ny fas i hennes liv. Hon kom att hålla föreläsningar i tolv terminer. Föreläsningsanteckningar från den första terminen skrivna på tyska med prydlig handstil finns bevarade i matematiska institutionens bibliotek i Stockholm. Sonja medverkade också som redaktör i tidskriften *Acta mathematica*. Särskilt viktiga var hennes kontakter med ryska matematiker, främst med Chebyshev. Sonja översatte bland annat Chebyshevs arbete om "*Integralers randvärden uttryckta av hela residuer*" från ryska till franska som sedan publicerades i *Acta mathematica* 1886.

Själv publicerade Sonja flera egna artiklar : *Über die Brechung des Lichtes in cristallinischen Mitteln* i *Acta mathematica*, 1883 och *Zusätze und Bemerkungen zu Laplace's Untersuchung über die Gestalt der Saturnsringe* i *Astronomische Nachrichten*, 1885. Under ett längre besök i Paris 1886 gjorde Sonja avgörande framsteg i det arbete som sedan skulle ge henne Bordinpriset två år senare. I juli 1886 deltog hon vid en matematikerkongress i Christiania i Norge. I ett brev till väninnan Marja Jankowski skildrar Sonja hur hon blev mottagen där:

Igår fick jag en stor hedersbetygelse. Jag blev vald till ordförande när matematiska arbeten presenterades. Vid banketten efteråt höll professor Bjerknæs ett långt tal till min ära och alla som var med – främst studenter från Christiania – applåderade så att det verkade som om väggarna skulle ramla ner ...

På det personliga planet var hösten 1886 en svår tid för Sonja. Hennes älskade syster Anjuta hade insjuknat. Sonja reste till S:t Petersburg och var en tid på väg att säga upp sin tjänst i Stockholm för att kunna ta hand om Anjuta. Men tack vare den hjälp till Anjuta som gavs av Julia Lermontova

och Dostojevskijs änka Anna Vasilievna kunde Sonja efterhand få tillräcklig ro för att återvända till Stockholm där hennes dotter börjat sin svenska skolgång på Anna Whitlocks skola.

Anjuta dog sommaren 1887. Under en lång tid kände sig Sonja mycket ensam och övergiven då hon sörjde sin syster.

Våren och sommaren 1888 arbetar Sonja intensivt med sitt tävlingsbidrag till Bordinpriset. Kulmen i hennes vetenskapliga karriär inträffar julafton 1888 då hon tar emot Bordinpriset för sitt arbete *Om rotation hos en stel kropp kring en fast punkt (Sur le problème de la rotation d'un corps solide autour d'un point fixe)*. Före Sonja hade endast en kvinnlig matematiker fått ta emot ett vetenskapligt pris av liknande dignitet, nämligen Sophie Germain som 1816 erhöll ett akademipris i Paris för en uppsats om elastiska ytor.

Sonja fick en professur i Högre matematisk analys vid Stockholms Högskola 6 juni 1889. In i det sista fanns motstånd inför utnämningen. Det handlade då inte om att hon var kvinna eller att hennes vetenskapliga meriter var otillräckliga utan om politisk ideologi. I maj 1889 beskrev Gösta Mittag-Leffler i ett brev till Weierstrass hur diskussionen spetsats till inför det avgörande styrelsemötet vid Stockholms Högskola.

In i det sista måste jag bemöta invändningar mot att inrätta en tjänst till en person som hyser socialistiska åsikter. Det har sagts att fru Kovalevsky är nära vän med socialistledaren Hjalmar Branting, något som inte är helt osant. Det påstås också att hon har stort inflytande inom socialistiska kretsar. Men det är rent lögnaktigt förtal.

Gösta Mittag-Lefflers dagboksanteckningar från våren 1889 återger alla dramatiska turer innan motståndet för att utnämna Sonja till professor på livstid kunde brytas ner.

Sonjas professur väckte eko i hela Europa. När hon besökte världsutställningen i Paris sommaren 1889 var hon en veritabel "kändis" och hennes karriär beskrevs i tidningar runtom i hela Europa. I S:t Petersburg blev hon invald som adjungerad medlem i vetenskapsakademien 29 december 1888. Sonja blev både rörd och stolt över detta erkännande från hemlandet. I ett tackbrev till akademins sekreterare skriver hon:

Tillåt mig att uttrycka min djupa tacksamhet till Akademien för den ära den skänkt mig genom att utnämna mig till korresponderande medlem. Denna utmärkelse från mitt kära hemland har rört mig djupt och gjort mig lycklig ...

Vid sidan av undervisning och forskning i matematik hade Sonja andra intressen under Stockholmsåren. Hon recenserade aktuell svensk litteratur för den ryska tidskriften *Severnyj vestnik*. Ett exempel på hennes förmåga att se det bästa hos människan är hennes uppgifter till rysk publik om August Strindbergs författarskap: *Strindberg anses som grundare av en ny litterär skola— flera av hans berättelser, i synnerhet ur folklivet, äro ovanligt lyckade och skulle passa utmärkt att översättas till ryska...*

Mot bakgrund av Strindbergs inblandning i den nedsvärtning av hennes vetenskapliga förtjänster som förekom under hennes första år i Stockholm visar detta prov på storsinnet. Tillsammans med Gösta Mittag-Lefflers systers Anne Charlotte skrev Sonja noveller och teaterpjäser.

Folkbildning intresserade Sonja mycket. I en artikel har hon berättat om ett besök vid Tärna folkhögskola. Texten rymmer en spännande blandning av folklivsskildringar, skolans pedagogik och Sonjas egna reflexioner kring utbildning.

Under sina tre sista levnadsår blev Sonja nära vän med Maksim Kovalevsky. Denne var jämnårig med Sonja och avlägsen släkting till Vladimir. Maksim hade i det hårda politiska klimatet som uppstod efter lönnmordet på tsaren 1881 blivit uppsagd från sin professur i statskunskap vid universitetet i Moskva. Han flyttade till Rivieran och gav föreläsningar runtom i världen – Chicago, Oxford, Paris. Sonja träffade Maksim första gången då han var inbjuden som gästföreläsare i Stockholm i februari 1888. Bevarade brev från Maksim till Gösta Mittag-Leffler och dottern Sofija visar hur djupa känslor han hade för Sonja.

Samhälle och politik hörde till Sonjas intressesfär. På 1860-talet kom hon på nära håll att uppleva det polska upproret och upphävandet av liv-egenskapen i Ryssland. Dostojevskijs berättelser om hur han på 1850-talet fängslats och deporterats till straffläger i Sibirien för sina åsikters skull gjorde starka intryck då Sonja lyssnade till dessa som sextonåring.

Sonja kom att bevittna revolutionära omvälvningar under några månaders vistelse i Paris 1870. Vistelsen ägde rum under Pariskommunens tid när Bismarck belägrade staden. Naturligtvis mötte Sonja också många som var anslutna till nihiliströrelsen, både i och utanför Ryssland. Den marxistiska socialismen utvecklades främst av exilryssar som bodde i Zürich. På ett indirekt plan blev hon delaktig i det öde som drabbade Natascha Armfelt, som var en avlägsen släkting till Sonja. Sedan Sonja rest till Heidelberg uppmanade hon Natascha att komma dit för att också hon skulle börja studera. En tid bodde Natascha hos Sonja i Heidelberg men reste sedan till Schweiz

där hon engagerade sig i nihiliströrelsen. Efter återkomsten till Ryssland var hon en tid arresterad och efter lönnmordet på tsar Alexander deporterades Natascha till Sibiren där hon avled några år senare.

När Sonja i början på 1880-talet bodde hos sin syster Anjuta i Paris träffade hon den tyske socialisten Georg von Vollmar. Hans politiska synsätt gjorde starkt intryck på Sonja och de blev goda vänner. Vollmar räknas som en av revisionismens förgrundsgestalter och var med om att bilda det tyska socialdemokratiska partiet. Han gifte sig med Julia Kjellberg som var en av de ledande inom den svenska kvinnorörelsen. Vollmars besök i Stockholm 1885 väckte stort uppseende. Hans tal simultantolkades av Hjalmar Branting.

Branting har sagt att Vollmar var den förste som gav socialismen ett verkligt ansikte och han tog intryck av Vollmars åsikt att varaktiga samhällsförändringar endast kan ske med demokratiska spelregler på parlamentarisk grund. Branting blev senare den förste socialdemokratiske ledamoten i riksdagen och var ensam riksdagsrepresentant för partiet. Hans insatser för att hindra bolsjevismens spridning i Sverige efter oktoberrevolutionen 1917 var betydande. Branting blev historiskt Europas förste statsminister som representerat ett socialistiskt parti. Året därpå erhöll han Nobels fredspris för insatser efter Versaillesfreden.

Hjalmar Branting var tio år yngre än Sonja. I unga år var astronomi hans stora intresse och han studerade matematik i Uppsala efter studentexamen och var en tid anställd vid observatoriet i Stockholm innan han helt ägnade sig åt samhällsdebatt och politik. Branting blev statsminister år 1920 och delade Nobels grefspris med norrmannen Christian Lange år 1921. Tillsammans med sin fru Anna träffade Hjalmar vid flera tillfällen Sonja i hennes bostad på Sturegatan 56. Ellen Key var nära vän till Sonja. De umgicks regelbundet eftersom Ellen var lärarinna vid Anna Whitlocks skola där Sonjas dotter var elev. Sonja följde på nära håll den politiska plattform som Hjalmar Branting och Ellen Key förespråkade under slutet av 1880-talet. De var ju båda huvudtalare under de allra tidigaste förstamajdemonstrationerna i Sverige omkring 1890.

## Sista tiden

I december 1890 gjorde Sonja en resa under julferien. Hon träffade först Maksim i hans villa på Rivieran. Där skrev hon ett brev till Gösta Mittag-Leffler inför arbetet nästa termin och om sitt önskemål att ha ledigt efter

påsk då hon och Maksim planerade att träffas i S:t Petersburg. På hemresan besökte hon matematiker i Paris och stannade några dagar i Berlin hos sina vänner Georg von Vollmar och dennes svenska fru Julia. Vollmar har berättat om Sonjas sista kväll i Berlin:

Sonja kom från den soliga Södern där hon varit under ferier. Hon var munter och verkade mycket lycklig och brann riktigt av skaparlust inför nästa års alla projekt. Hon talade så entusiastiskt om framtiden. Vi skildes med leenden och hälsningar om att snart råkas, vare sig det blev Berlin, Paris eller Skandinavien.

Men resans sista del blev krävande. En smittkoppsepidemi hade brutit ut i Köpenhamn. Sonja som alltid kände en närmast panisk skräck för infektioner valde en omständlig resrutt för att undvika tågbyte i Köpenhamn. Hon tvingades byta tåg flera gånger, ibland mitt i natten. Hon hade inga danska växel pengar och släpade runt sitt bagage i det blåsiga och kyliga januarivädret. När hon kom till Stockholm hade hon fått en allvarlig förkylning. Trots sitt tillstånd ville hon hålla terminens första föreläsning fredagen 6 februari. Samma kväll åkte hon till familjen Gyldén för att delta vid en middagsbjudning. Men efter en timme kände hon av frossa och åkte hem till bostaden. På lördagmorgonen skickade hon telegram till Mittag-Leffler:

Jag mår inte bra. Jag har fått influensa och dumt nog besökte jag Gyldéns igår kväll. På natten hostade jag mycket och hade hög feber. Nu har jag så ont i bröstet och känner mig så sjuk att en läkare bör tillkallas. Skicka bud efter din läkare så han kan komma så fort som möjligt.

Sonja hade drabbats av lunginflammation. Under de sista dagarna var förutom dottern också Therese Gyldén och Ellen Key hos henne i våningen på Sturegatan 56. Vid denna tid utan antibiotika fanns ingen möjlighet att hejda sjukdomens förlopp. Den våldsamma infektionen framkallade varbildning i lungorna. Sonja gick bort tisdag morgon den 10 februari.

Ett vackert kors i sten, som bekostats genom en insamling från kvinnor i Ryssland finns placerat vid Sonja Kovalevskys grav. Den är belägen på Norra begravningsplatsen nära Karolinska Sjukhuset.

## Referenser

1. S. Albeverio, N. Elander, W.N. Everitt, and P. Kurasov (eds), *Operator Methods for Differential Systems. Proceedings of the Sonja Kovalevsky symposium held in the University of Stockholm, June 16–22, 2000, Operator Theory: Advances and Applications*, **132**, 2002.
2. J-E. Björk, *Sonja Kovalevsky: en levnadsbeskrivning*, Stockholms univ., 2003.
3. R. Bölling (edt.), *Briefwechsel zwischen Karl Weierstraß und Sofja Kowalewskaja*, Akademie Verlag, Berlin, 1993.
4. J. Détraz, *Sonja Kovalevskaja, 1850–1891 : l'aventure d'une mathématicienne*, Belin, Paris, 1993.
5. L. Gårding, *Matematik och matematiker*, Matematiken i Sverige före 1950, Lunds universitet, Lund, 1994.
6. L. Hörmander, *The first woman professor and her male colleague*, *Miscellanea mathematica*, 195–211, Springer, Berlin, 1991.
7. A. Koblitz, *A convergence of lives*, second edition, New Brunswick, Rutgers Univ., 1993.
8. P. Kochina, *Love and mathematics: Sofya Kovalevskaya*, Mir, Moskva, 1985 (översättning från rysk utgåva 1981).
9. G. Mittag-Leffler, *Sophie Kovalevsky*, *Acta Math.*, **16** (1892), 385–392 (see also [1]).
10. G. Mittag-Leffler, *Weierstraß et Sonja Kowalewski*, *Acta Math.*, **39** (1923), 133–198.
11. G. Weidel Randver, *Sonja Kovalevsky*, Trevi, 1981.