

과학자의 사회적 역할과 책임에 대한 교육 방법

최경희(이화여자대학교 과학교육과)

각급 학교의 과학교육 현장에서는 과학의 본성에 대한 교육을 실시할 때, 그 내용에 과학자를 포함시킨다. 그러나 과학자가 누구이고, 하는 일이 무엇이며, 어떤 책임과 의무를 지고 있는지 등에 관해서는 자세한 언급이 없을뿐더러 이에 관련된 교육 방법에 대한 연구도 활성화되어 있지 않은 편이다. 이 글에서는 과학자의 의미, 역할과 책임, 이를 위한 교육 방법에 대하여 알아본다.

1. 과학자의 의미와 자질

전통적 의미의 과학자는 과학지식을 파지하고 있는 사람, 또는 끊임없이 과학지식을 갈망하는 사람이다. 과학자는 스스로 자연을 탐구할 능력을 갖고 있고, 일반인들과는 다른 질문을 던지며, 그에 대한 답을 누구보다도 먼저 찾을 수 있다. 그러나 이런 의미의 과학자는 르네상스 이전까지만 존재할 수 있었으며, 과학을 사회적 제도로 정의하는 오늘날에는 과학자를 사회의 구성원으로 받아들인다(Resnik, 1998). 현대의 과학자는 자기 전공 분야의 전문적 지식과 탁월한 탐구 능력을 갖고 있을 뿐만 아니라 다른 과학자들 또는 교수들이 연구하거나 실험하고 있는 내용과 방법을 잘 인식하고 있다(Braben, 1994).

과학자는 자신의 역할을 효과적으로 수행하기 위한 자질을 갖고 있어야 한다. 분야나 전문성에 따라 다르기는 하지만, 과학자는 다음과 같은 과학적 연구의 원리를 따를 의향도 갖고 있어야 한다(Bausell, 1994).

- 정직하게 연구를 수행할 자신이 없으면, 결코 연구하지 않는다.
- 열심히 연구할 각오가 되어 있지 않으면, 연구하지 않는다.
- 연구하려는 분야에 전문가가 되지 않았다고 생각되면, 연구하지 않는다.

2005년 한국과학기술학회 전기 학술대회

- 연구의 증사자로 자처할 수 없다면, 응용연구를 하지 않는다.

자이먼(Ziman, 1980; 1984)은 과학의 사회적 심리현상을 분석하고, 그 결과를 바탕으로 과학자의 상(image)을 제시한다. 다른 과학교육학자들(Dawson, 1994; Mahoney, 1979)은 과학자의 사회적 측면과 아울러 심리적 측면에 따라 과학자의 상을 그린다. 그들은 과학자에게 독특한 사고, 감정, 그리고 과학적 활동을 중심으로 이상적인 과학자들의 속성을 제시하고, 그런 속성과 과학자들의 실제 행동을 비교하여 과학자의 본성을 설명한다. 그들은 과학의 본질적 특징에 비추어 과학자들이 보여야 할 행동을 이상적인 과학자의 속성으로 정의하고, 그 이상적인 과학자의 속성을 다음과 같이 제시한다.

- 의문성
- 객관성
- 감정적 중립성
- 우수한 추리능이 증명하는 바와 같은 합리성(rationality)
- 자료의 수집과 보고에 있어서의 정직성(integrity)
- 개방적인 불편부당성(open-mindedness)
- 탁월한 지능
- 공공성(communality) (지식의 개방적, 협동적 공유성)

이 속성이 말해주듯이, 과학자는 모든 것을 당연할 것으로, 그리고 그대로 받아들이지 않고 언제나 의심하는 성격을 지닌다. 그는 자료를 어떠한 편견에도 치우침이 없이 그 자체로 받아들이며, 기술적·인식론적 문제에 관하여 어떠한 감정도 나타내지 않는다. 과학자는 논리와 비논리를 구분하고, 어떠한 문제도 논리적이고 합리적인 절차에 따라 해결할 수 있다. 그는 정직하게 자료를 수집·분석하며, 결론을 함부로 평가하지 않고 충분한 자료를 수집할 때까지 평가를 유보하며, 새로운 자료가 나오면 결론을 다시 내리며, 연구의 결과를 다른 연구자들과 공유한다.

그러나 이와 같은 과학자의 속성이 이상적인 과학자가 지녀야 할 특성을 비교적 잘 나타내지만, 과학과 과학기술이 고도로 발달된 산업사회에는 적절하지 않다. 현대사회에서는 과학자가 오히려 다음과 같이 인식된다(Mahoney, 1979).

- 과학자는 지각적 편견을 벗어날 수 없고, 기술적·인식론적 문제에 관해 감정적 반응을 자주 보인다.

- 연구를 수행하거나 그 결과를 해석함에 있어서 과학자가 비과학자에 비하여 결코 논리적이지 않다.
- 과학자들이 관련이 있는 자료를 객관적 판단에 따라 수용하지 않고, 특히 이론과학자인 경우 때때로 성급하게 추측하고 독단적인 고집을 부리는 때가 있다.
- 일반적으로, 과학자가 비과학자에 비하여 IQ가 높으나 그 IQ의 차이가 직업적 능력과 공헌에 미치는 영향은 그렇게 크지 않다.

초·중등학생들은 전통적 과학철학자나 심리학자의 영향을 받아 과학자를 기계적·중립적·무감각적인 속성으로 인식하는 경향이 있다. 그들은 과학자를 흰머리, 실험복, 테가 굽은 안경, 더벅머리 등으로 그린다(Martin et al., 1997). 그러나 과학자를 자세하게 관찰하거나 분석할수록 그의 속성에 관한 일반화를 이끌어내기 어렵다. 과학자도 일반인과 비슷한 특성을 나타내며, 과학적 연구에 대한 취향과 태도도 일반인들의 그것과 다를 바 없다. 인간의 개성을 한두 마디 말로 기술할 수 없듯이, 과학자도 어떤 특정 모형으로 정형화하여 표현할 수 없다(Mahoney, 1979). 그러나 과학자는 과학의 인간적 측면을 나타내는 유일한 요소이다(Dawson, 1994).

2. 사회 구성원으로서의 과학자

과학자는 여러 가지 일을 한다. 그는 연구자로서 연구실이나 실험실에서 연구를 하며, 직업인으로서 전문적 직업에 종사하며, 사회인으로서 사회적인 활동을 한다. 현대의 과학기술 사회에서는 과학자가 하는 일을 이와 같이 세 범주로 나눌 수 있다.

1) 연구자로서의 과학자

과학자는 과학적 연구나 과학적 활동에 능동적으로 참여하고 국내외의 저명한 학술지에 논문을 발표하는 사람이라고 말해도 무방하리 만큼 그의 주된 활동은 연구하고 그 결과를 발표하는 일이다. 그들의 과학적 연구와 그런 활동에 필요한 능력은 사회와 독립적으로 과학자 스스로 습득한 것이 아니라 사회의 제도적 규범과 절차를 거치면서 획득한 기능과 기술이다. 과거의 몇몇 과학자는 과학자가 되는 정통적 길을 밟지 않고 단지 타고난 천재적 기질만을 바탕으로 위대한 업적을 남겼다. 그렇지만, 현대의 과학자들은 대부분 학부에서 과학을 공부하고, 대학원에서 한 분야를 전공으로 학위를 받

은 다음, 학위후(post-doc) 연구에 몰두하는 등의 절차와 과정을 거친다(Richards, 1987).

전통적으로, 연구자로서의 과학자는 두 부류로 나뉜다(Bridgstock et al., 1998). 과학자는 누구나 순수과학자이거나 응용과학자일 수 있다. 가장 오래 전부터 진정한 의미의 과학자로 인식되어 온 순수과학자는 자신의 호기심에 따라서 연구하고 지식을 탐구하려는 강한 욕망을 가진 과학자들, 응용과학자는 순수과학자들이 남긴 과학지식을 이용하는 과학자를 말한다. 순수과학자는 대학교나 전문 분야의 연구소에 근무하며, 응용과학자는 기업체의 사설 연구소나 산업계에도 많이 종사한다. 순수과학 연구자의 예로 물리학자·생물학자·화학자 등을, 응용과학 연구자의 예로 공학자·농학자 등을 들 수 있다. 그러나 오늘날에는 과학과 기술이 통합되어 기술과학으로 불린다(Hurd, 1997). 더욱이, 기술이 학문화되어 있어서 과학자와 기술자가 모두 과학기술자로 불리기도 한다.

2) 직업인으로서의 과학자

현대과학의 특성은 전문직업화된 과학자들의 과학적 활동에 잘 나타난다(Resnik, 1998; Shrader-Frechette, 1994). 과학활동의 전문직업화는 물리학·화학·생물학·지질학 등 과학의 전문분야가 형성됨과 동시에 시작되었다. 전문직업은 여러 면에서 일반직업과 다르다. 전문직업과 일반직업을 구분하는 기준은 아래와 같은 일곱 가지가 자주 적용된다. 그러나 아래의 기준이 전문직업의 필요충분조건은 아니다. 어떤 사회적 기구는 아래의 일곱 가지 조건을 모두 만족시키지 못할지라도 전문직업으로 볼 수 있으나, 모든 조건을 만족시킬지라도 전문직업으로 볼 수 없는 조직도 있기 때문이다. 아래의 기준은 전문직업이 지니는 공통적 속성을 나타낼 뿐이다(송상용·박성래·김영식, 1990; Resnik, 1998).

- 전문직업은 지식함기능 등 사회적으로 중요시하는 목적을 달성하게 한다.
- 전문직업은 그 직업의 정체성과 질을 유지하기 위한 활동 기준 및 수행 준거를 설정한다.
- 전문직업인은 학석박사 과정 및 박사후 과정을 포함한 오랜 기간의 형식적·비형식적 교육과 연구를 통해 길러진다.
- 전문직업에는 직업 기준을 통제하고 유지하기 위한 기구가 설정되어 있다.
- 전문직업은 경력직(career)이자 생업(vocation)이다.
- 전문직업인에게는 자신이 관련되어 있는 제품·서비스 등에 우선권이 부여된다. 이를테면, 특정 생물의 복제는 발생학자나 유전학자에게만 허용된다.
- 전문직업인은 지적 권위자로 인정된다.

이와 같은 특성을 지닌 전문직업인으로서의 과학자는 과학적 활동을 성공적으로 수행함으로써 과학의 발달과 과학지식의 개발에 공헌하며, 인정과 승진이라는 두 가지의 큰 보상을 받을 수 있다(Riggs, 1992). 과학자들이 그들의 업적으로 인정을 받는 보상의 수준은 다양하다. 그들은 연구의 결과를 자신의 이름으로 전문학술지에 발표함으로써 다른 연구자들이 그의 이름을 인정해주는 보상을 받을 수 있으며, 과정·이론상수물체 등에 최초로 발견하거나 개발한 사람의 이름을 붙여주는 보상을 받는다. 보일의 법칙, 다윈의 이론, 아인슈타인의 상대성 이론 등이 보여주듯이, 이것이야말로 과학자들이 받을 수 있는 보상 가운데에서도 가장 큰 것이다. 머턴(Merton, 1973)은 이와 같은 보상을 '사회적으로 타당화된 증거'로 부른다.

과학자들이 그들의 과학활동으로 받을 수 있는 또 다른 보상은 승진이다(Braben, 1994). 일반적으로는 과학자들을 승진과 관계가 없는 사람으로 생각한다. 그렇지만, 공공기관이나 기업체의 연구소에 봉직하고 있는 과학자들은 모두 일정한 직책과 그에 따른 지위를 누리며, 그 자리는 승진의 대상이 된다. 현재는 대학교의 교수들도 그들의 업적에 따라 성과급을 받는데, 그 급의 판단에 가장 큰 비중을 차지하는 기준은 그가 수행한 연구의 업적이다. 과학자는 누구나 과학지식을 형성하거나 검증하고, 생활을 편리하고 풍족하게 하며, 사회를 개선한 공로로 승진이라는 보상을 받는다. 과학사회학자들은 과학자들에게 주어지는 보상이 과학적 연구의 자극제 역할을 한다고 주장한다(Riggs, 1992).

3) 사회인으로서의 과학자

현대사회에서는 과학자들의 일상적인 과학활동을 과학자 개인의 순수한 호기심만을 만족시키기 위한 자율적 활동이라거나 자연의 진리만을 추구하기 위한 개인적 활동으로 볼 수 없다. 그들의 과학 활동은 반드시 사회 안에서 일어난다. 한 과학자의 연구는 다른 과학자들의 연구와 업적에 바탕을 두지 않을 수 없으며, 과학자들은 누구나 학회와 같은 과학사회의 일원으로서 여러 가지의 사회적인 역할도 한다. 그는 전문적인 식견을 가지고, 그리고 여러 가지 방법으로 사회적 문제에 관여한다.

그들은 대학원생들의 지도교수나 연구책임자의 임무를 맡기도 하고, 과학지식의 권위자, 또는 학문적 전문가로서 학회세미나 등에서 발표하거나 과학적 문제의 해결과 과학적 기술의 개발에 관하여 자문하기도 한다. 그들은 국가나 과학사회의 요구는 물론이고 개인적 흥미와 관심에 따라 과학적 활동과 과학적 연구를 수행하는 연구자일 수도 있다. 과학자들이 수행하는 이러한 과학적 활동들은 과학이 사회의 구성원으로서

의 과학자와 과학자의 사회적 기능 및 역할에 대한 이해가 없이는 올바르게 인식될 수 없음을 보여준다. 실제로, 과학교육 현장에서는 과학의 본성에 대한 교수·학습 내용에 과학자의 역할과 책임을 포함시키는 경우가 일반적이다.

3. 과학자의 의무와 책임

전통적으로 과학자는 순수한 호기심을 가지고, 그리고 자신의 지적인 만족감을 충족시키기 위해서 연구하는 사람으로 여기어져 왔다. 그러나 오늘날에는 과학자가 사회를 구성하는 일원으로서 연구를 하며, 그 과정에서 지켜야 할 의무가 있고, 그 결과에 대해서도 책임을 지는 사람으로 인식되고 있다. 이 절에서는 과학자가 하는 역할, 지켜야 할 의무, 저야 할 책임을 알아본다.

1) 과학자의 역할

자이먼(Ziman, 1980; 1984)에 따르면, 과학사회가 비록 각자의 독특성과 개성을 가진 과학자들로 구성되어 있지만, 현대의 과학사회는 개별주의보다는 집단주의의 가치와 규범에 의해서 더욱 효율적으로 운영된다. 현대사회에서는 과학자 개인의 인격보다는 집단의 구성원으로서의 역할이 더 큰 영향력을 가지며, 과학자가 동시에 여러 가지 역할을 할 수밖에 없다. 현대사회에서 과학자가 할 수 있는 역할은 크게 지적 전문기획자, 과학사회의 일원, 과학적 기술자, 전문가 등으로 나누어 볼 수 있다.

학구적 과학을 중시하는 풍토에서는 과학자가 자신의 기대와 판단에 따라 솔선하여 연구를 수행하는 지적 전문기획자(entrepreneur), 또는 연구자의 역할이 중요시된다. 특히, 연구자로서의 과학자는 호기심·지성·인내·삼정직성 등의 소질을 갖고 있으며, 과학적 업적을 이루고자 노력하고, 그 업적을 인정받기 위해 발표하는 등의 온갖 노력을 다하는 기획자이자 실행자이다. 이러한 개별주의적 의미의 과학자가 사회주의 국가에서는 이념에 의해서 거부되기도 하였지만, 미국과 같은 자본주의 국가에서는 경제의 원동력으로 취급되고 국가적 정책과 목적연구의 지원에 의해서 더욱 대접을 받는다.

자이먼이 제시한 과학의 기풍의 한 요소인 공유성은 과학자를 협동사회의 일원으로 나타내기도 한다. 과학사회 구성원으로서의 과학자의 역할은 과학자의 개인적 개성보다는 사회적 상황에 의해서 특징지어진다. 그는 결코 외로운 진리 탐구자로 인정되지 않는다. 그는 국내의 학술대회는 물론이고 국제 학회의 회원으로서 다른 회원들과 과

학지식을 공유하며, 과학의 발달과 과학적 기술의 개발을 위한 제반 활동에도 참여한다. 그는 과학이 사회에 미치는 영향이나 그것을 응용하여 나타나는 부정적 결과에 대하여 응분의 사회적 책임을 지는 사회의 일원이기도 하다. 현대사회에서는 과학자가 인류의 생존과 번영에도 관심을 가지고 책임을 지는 사회인으로 인식된다.

산업계에서는 과학자를 과학기술자(technologists)로 취급하기도 한다. 오늘날의 국가나 산업계의 연구개발 조직에서는 과학자들을 숙련공이나 기술자들과 마찬가지로 취급하기도 한다. 대개의 경우, 연구소의 과학자들은 조직인으로서, 또는 회사원으로서 회사나 고용주의 정책을 실행하거나 그 목적을 달성하기 위해 연구를 수행해야 한다. 간혹, 국내외적으로 명성이 있는 과학자는 어느 정도 자율적인 연구가 가능하기도 하지만, 그도 종국에는 연구소나 회사의 고용인 지위를 완전히 벗어나지는 못한다. 이와 같은 기술자로서의 과학자의 역할은 앞에서 말한 전문기획자로서의 역할과 상반된다.

원칙적으로, 모든 과학지식과 과학적 방법은 과학이라는 학문을 이루고 있다. 그런데 과학지식과 과학적 방법은 특정인에게만 알려져 있는 경우가 보통이다. 특정한 과학지식을 어느 누구보다 더 잘, 그리고 많이 알고 있으며 과학적 방법에 익숙한 사람을 과학자로 정의할 수도 있다. 이런 의미의 과학자는 전문가로서 과학과 과학적 기술의 응용, 국가사회적 정책의 수립과 수행 등에 관하여 자문역할을 한다. 전문가로서의 과학자는 자신의 전공영역은 물론이고 관련이 있는 분야에 대해서도 해박한 지식을 갖고 있으며, 의문이 있을 때마다 명쾌한 답을 갖고 자문에 응한다. 그는 또한 일상생활 및 사회와 관련된 현상이나 문제에 관한 전문적 정보를 제공하는 역할을 한다.

2) 과학자의 의무

과학자는 연구를 수행하는 과정에서 그 대상자에 여러 가지 피해를 입힐 수 있다. 그는 그런 피해에 대해서 모든 책임을 져야 하지만, 그런 피해를 예방하거나 최소화할 의무가 있다. 그가 지켜야 할 의무는 연구의 목적과 분야에 따라 다르고 다양하지만, 다음과 같이 몇 가지로 정리할 수 있다(Bausell, 1994).

- 대상자의 신체에 피해가 가지 않도록 주의한다.
- 대상자가 감정적으로나 심리적으로 어떤 고통도 받지 않게 한다.
- 대상자가 절대로 당황하지 않게 한다.
- 대상자의 존엄성을 인정하고 언제라도 대상자를 면할 수 있는 자유를 준다.
- 대상자를 자신이 대상자인 것처럼 다룬다.

연구를 수행할 때 이와 같은 의무를 저버리면, 반드시 윤리적인 문제가 제기된다. 연구를 수행하는 과정에서 제기되는 윤리적인 문제는 처음부터 끝까지 전 과정을 투명하게 수행함으로써 예방하거나 적어도 최소화할 수 있다. 대학교나 각종 연구기관에서는 그런 문제를 예방하기 위해 윤리강령을 제정하여 운용하고 있다.

3) 과학자의 책임

과학자는 연구자이자 전문직업인일 뿐만 아니라 사회의 구성원이며, 그런 역할에는 당연히 의무와 아울러 책임이 따른다. 책임(responsibility)은 일련의 규칙(rules)이 요구하는 의무(duties) 또는 책무(obligation)를 의미한다(Davis, 1999). 자연현상을 설명하거나 그 이해에 도움을 준 과학자에게는 명예가 주어지지만, 그것을 이용하여 인간에게 해를 끼친 결과를 초래한 과학자에게는 책임을 묻는다(Bridgstock et al., 1998).

먼저, 과학자는 연구자로서 자신의 전공 분야에서 연구를 수행하고 그 결과를 발표해야 하는 등 그의 의무와 책무를 다하고, 그 결과가 인류에 미치는 영향에 대하여 법적·제도적·도덕적·윤리적 책임을 져야 한다. 과학자는 보편적 방법을 통해서 과학적 법칙과 이론을 구성하는데, 대개 그런 과학자에게는 어떤 책임도 물을 수 없다. 과학지식에 대한 책임은 그것을 잘못 이용한 과학자에 있다. 오늘날의 과학사회에서는 E = mc²를 발견하여 자연의 이해에 도움을 준 아인슈타인보다 그것을 이용하여 원자폭탄을 제조한 오펜하이머에게 그 책임을 묻고 있다.

대체로, 과학자의 책임은 과학과 기술이 사회에 미치는 영향에서 비롯한다. 오늘날의 과학과 기술은 아무리 기초적인 분야일지라도 그 연구 및 개발의 결과는 사회에 지대한 영향을 미친다. 그러므로 과학자는 자신의 연구의 결과가 사회에 어떤 문제를 일으킬 수 있을 것인지 미리 생각하고 만일 문제가 발생하면 책임질 각오도 해야 한다. 과학자는 또한 역할과 책임의 일환으로 일반인들에게 과학 및 과학기술에 관한 정확한 정보와 지식을 제공하고, 과학의 본성, 그것이 생활과 사회에 미치는 영향, 사회가 과학에 미치는 영향 등을 잘 이해시켜야 한다(NAS, NAE, IOM, 1995).

현대사회에서는 과학자도 고용인에 불과하다. 그러므로 일반인들이 자신의 직장에서 의무와 책임을 다하고 그 결과에 대해 책임을 지듯이, 과학자도 연구소나 대학이라는 자신의 직장에서의 의무와 권한을 다하고, 그 결과에 대해서는 옹분의 책임을 져야 한다. 직장인으로서의 과학자는 그가 수행한 연구가 실패할 경우 자신의 직장, 즉 그가 속해 있는 회사나 대학교에 재정적인 손해를 끼치게 되며, 그런 결과에 대해서는 최소한 도덕적·윤리적 책임을 면하기 어렵다.

과학자가 하는 일은 대부분 그 자신만을 위한 것이 아니다. 그가 하는 일은 사회 또는 국가의 지원이나 요청을 받은 것이다. 또한, 국가적·사회적 문제가 생길 때마다 과학자는 지도자적 위치에 서게 된다. 그는 그 문제를 주도적으로 해결하거나 문제해결에 대한 조언자나 충고자의 역할을 하게 된다. 그런 문제는 누구에게나 민감한 것이며, 과학자는 그 결과에 대해서 책임을 져야 한다.

4. 과학자의 사회적 역할과 책임을 위한 교육 방법

지금과 같이 과학이 없이 살아가기 힘든 사회에서, 과학자의 역할은 어느 때보다도 중요하다. 그럼에도 불구하고 일반인들뿐만 아니라 학생들조차도 과학자의 자질이나 사회적 역할 혹은 책임에 대해서는 충분히 이해하지 못하고 있다. 이는 각급 학교의 과학교육 현장에서 과학자에 대한 교육을 등한시하였기 때문이다. 아래에서는 과학자의 역할과 책임에 대한 교육의 내용 및 방법과 그 프로그램을 알아본다.

1) 과학자의 사회적 역할과 책임을 위한 교육의 목적과 필요성

과학자는 과학의 본성을 구성하는 주요한 요소로서 과학 교과서나 프로그램의 주요 내용으로 포함되고 있다. 학생들은 과학자를 이용한 과학 수업을 통해서 과학자는 창의적이며, 정확하게 기록하고, 동료의 비판을 받아야 하며, 반복실험이 가능하도록 연구의 결과를 자세하게 발표해야 한다는 점과, 과학자는 연구를 수행한 결과에 따라 사회적 책임을 질 수 있음을 이해하게 된다(McComas, Clough, & Almazroa, 2000).

위와 같은 과학자에 대한 내용들은 교수·학습의 내용과 자료로 이용할 수도 있다. 과학자에 대한 학습을 통해 학생들은 과학자가 자연을 탐구하고 과학 지식을 발전시키는 과정, 과학자의 사회적 역할과 책임, 과학과 기술에 관련된 사회적 문제에 대한 의사결정에 도움을 받을 수 있다. 과학자에 대한 학습은 이외에 과학 내용의 학습, 과학의 이해, 과학에 대한 흥미의 고양, 과학의 교수·학습 능력의 함양 등에 유용하다(McComas, Clough, & Almazroa, 2000).

2) 과학자의 사회적 역할과 책임에 대한 교육 방법

각급학교에서 이루어지고 있는 과학자에 대한 교수·학습은 흔히 네 가지 방법으로

2005년 한국과학기술학회 전기 학술대회

나닌다(McComas, Clough, & Almazroa, 2000). 즉, 과학자에 대한 내용을 과학적 방법에 관한 교수 학습에 삽입하는 방법, 과학의 내용에 삽입하는 방법, 과학자와 같이 과학의 과정을 수행하게 하는 방법, 그리고 공식적인 과정에 따른 방법으로 이루어진다. 각 방법은 교수 학습의 목적에 따라 나름의 장단점을 지닌다.

첫째의 방법은 과학적 방법에 관한 교수 학습 과정에서 과학자의 역할과 책임을 강조하는 방법이다. 이 방법을 적용할 경우 과학적 방법의 본성을 교수 학습하는 과정에서 과학자가 과학적 탐구를 수행하는 과정과 절차, 그 결과로 형성되는 과학지식의 출처와 종류, 그것을 적용하는 과학자의 역할과 책임 등을 다룬다. 이 방법은 교육과정 및 교수 학습 상황에서 과학자를 다룰 수 있다는 장점을 지닌다.

둘째의 방법은 과학의 내용이 과학자와 깊은 관련이 있거나 과학 내용을 과학자의 연구 업적과 관련시켜 교수 학습하는 것이 효과적일 경우에 적용한다. 이를테면, 궁극적 물질의 개념은 그것을 주장한 과학자 및 당시의 과학자 사회와 함께 교수 학습하면 효과적이다. 이 방법은 대학교보다 중·고등학교에서 다루는 것이 더 효과적이나, 대다수의 과학교사들이 과학자와 과학사에 대한 지식을 충분히 갖고 있지 못한 문제점을 안고 있다.

셋째의 방법은 실제로 과학적 탐구를 수행하는 과학자의 자질과 역할을 인식시킬 목적으로 적용한다. 따라서, 이 방법은 대학원의 석박사 과정을 거쳤거나 과학적 탐구를 실제로 경험해 본 과학교사에게 유리하다. 과학적 연구를 직접 수행해 본 교사는 과학자의 책임과 역할을 잘 이해하고 그만큼 자신감을 가지고 가르칠 수 있다.

넷째의 방법에서는 과학자에 대한 내용을 몇 개의 단원이나 하나의 과정으로 설정하여 교수 학습한다. 대학교에서는 과학철학이나 과학사 과정을 통해서, 중등학교에서는 대개 첫째 단원으로 설정하여 다룬다. 이때의 교수 학습 내용과 자료에는 과학자의 특성, 과학사, 과학철학, 과학자 사회 등이 포함된다.

3) 과학자에 대한 교육 프로그램

과학자에 대한 교수 학습 프로그램은 그 내용의 깊이와 범위에 따라 한 단원 혹은 한 학기 과정으로도 개발할 수 있다. 그 내용은 과학자과학자사회·과학사회학·과학철학 등에서 과학지식의 형성에 따른 과학자의 역할, 과학자의 업적, 과학자와 사회의 관계 등을 중심으로 선정·조직할 수 있다.

그러나 구체적인 내용은 과학철학적·심리학적 관점에 따라 달라진다. 오늘날의 과학 교육 현장에서는 후실증주의(post-positivism) 또는 현대의 과학철학과 구성주의

(constructivism) 심리학을 지지한다. 현대의 과학철학과 구성주의 심리학에 따르면, 과학자에 관련된 교수 학습은 학생들이 과학자의 특성을 이해하고 그 역할과 책임에 대한 의미를 구성하게 할 목적으로, 그리고 토론법·협동학습·역할놀이 등의 방법을 적용하여 수행하는 것이 바람직하다.

특히 토론법은 사회적·문화적·개인적 가치관에 따른 판단과 가치의 명료화를 요구하며, 사회적으로 심각한 논쟁거리가 되는 문제나 과학자 및 과학자 사회에서 생겨난 문제를 이해시키거나 해결하게 하기 위한 수업에 특히 효과적이다. 토론법은 학생들이 교수 학습 주제에 관한 대화에 적극 참여하게 하며, 학생과 교사가 그들의 생각을 자유롭게 표현하게 한다.

2005년 한국과학기술학회 전기 학술대회

□ 참고문헌

- 송상용, 박성래, 김영식 (1990). 『자연과학개론: 과학사』. 한국방송통신대학.
- Bausell, R. B. (1994). *Conducting meaningful experiments: 40 steps to becoming a scientist*. Thousand Oaks: SAGE Publication.
- Braben, D. (1994). *To be a scientist*. Oxford: Oxford University Press.
- Bridgstock, M., Burch, D., Forge, J., Laurent, J., & Lowe, I. (1998). *Science, teaching and society: An introduction*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Davis, M (1999). *Ethics and the university*. London: Routledge.
- Dawson, C. (1994). *Science teaching in the secondary school*. Melbourne: Longman.
- Hurd, D. P. (1997). *Inventing science education for the new millenium*. New York: Teachers College Press.
- Mahoney, M. J. (1979). Psychology of the scientist: An evaluative review. *Social Studies of Science*, 9, 349-75.
- McComas, W., Clough, M. P., & Almazroa, H. (2000). The role and character of the nature of science in science education. In W. McComas. *The nature of science in science education: rationales and strategies*. New York: Kluwer Academic Publication.
- Merton, T. K. (1973). *The sociology of science*. Chicago: University of Chicago Press.
- National Academy of Science (NAS), National Academy of Engineering (NAE), & Institute Of Medicine (IOM) (1995). *On being a scientist: Responsible conduct in research, 2nd ed*. Washington, D. C.: National Academy Press.
- Resnik, D. B. (1998). *The ethics of science: An introduction*. London: Routledge.
- Richards, S. (1987). *Philosophy & sociology of science: An introduction*. Oxford: Basil Blackwell.
- Riggs, P. J. (1992). *Whys & Ways of science*. Melbourne: Melbourne University Press.
- Shrader-Frechette, K. (1994). *Ethics of scientific research*. Lanham, Maryland: Rowman & Littlefield Publishers, Inc.
- Ziman, J. (1980). *Teaching and learning about science and society*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ziman, J. (1984). *An introduction to science studies*. Cambridge: Cambridge University Press.