

06 탐구학습

과학교육을 어렵게 만드는 '탐구와 창의력'

글_ 이덕환 서강대 화학과 교수 duckhwan@sogang.ac.kr

과학 교육에서 '탐구 활동'이 강조되기 시작한 것은 1973년의 제3차 교육과정부터였다. 1960년대부터 미국에서 불기 시작한 탐구 활동 중심의 교육 철학을 뒤늦게 받아들인 것이다. 제7차 교육과정에서는 탐구 방법을 습득하여 창의력을 향상시키는 것이 과학 교과의 총괄 목표가 되었다. 1987년에 시작된 제5차 교육과정부터는 창의력 향상이 과학 교과의 교육 목표로 추가되었다. 창의력을 길러줌으로써 학생들이 일상생활에서 직면하는 문제들을 창의적으로 해결하게 된다는 것이다. 탐구 활동을 통해서 사회생활에 필요한 협동심을 기르는 것도 중요하다고 한다.

교육부는 지난 30년 동안 탐구 활동을 통한 창의력 향상을 강조해왔지만 정작 본격적인 탐구 활동에 필요한 환경을 마련하는 데는 관심이 없었다. 탐구 활동에 익숙지 못한 교사들에게 재교육 기회를 제공하지도 못했고, 탐구 활동에 필요한 실험실도 갖추어주지 않았다. 뿐만 아니라 많은 시간이 필요한 탐구 활동을 강조하면서도 실제로는 과학 교육 시간을 줄여버리는 실수도 거듭했다. 창의력을 기르기 위해서는 학생들이 스스로 생각할 수 있는 기회를 주어야 한다는 핑계로 교육 내용까지 대폭적으로 줄여버리기도 했다.

정형화된 탐구는 진정한 탐구가 아니다

탐구는 자연 현상에 대한 통제된 관측에 대해서 이미 확인된 지식을 논리적이고 체계적으로 적용함으로써 새로운 지식이나 기술을 찾아내는 과정이다. 일반적으로 탐구의 과정은 ①문제 인식 ②가설 설정 ③실험 설계 및 수행 ④문제 해결의 단계로 나누어 설명한다. 탐구는 자연적 또는 인공적 환경에서 보편적으로 관찰되고, 반복적으로 재현되는 현상을 대상으로 한다. 특별한 능력을 가진 사람들에 의해서 관찰되거나, 재현성이 없는 현상은 과학 탐구의 대상이 될 수 없다. 그런 현상을 설명하기 위한 가설을 설정한 후에 변인들 사이의 관계를 실험적으로 측정함으로써 그 가설의 진위 여부를 확인하게 된다. 설정한 가설이 객관적인 것으로 확인되지 않으면 새로운 가설을 설정해서 실험을 반복해야 한다. 흔히 '모형 개발' 또는 '가설 연역적 탐구'라고 부르는 이런 탐구 방법은 새로운 과학 지식을 개발하는 가장 중요한 과정이다.

그러나 과학에서의 모든 탐구가 가설 연역적인 과정으로 추진되는 것은 아니다. 현대 과학의 개념이나 법칙들은 대부분 제한된 환경에서만 적용되는 경우가 대부분이다. 뉴턴의 고전 역학은 충분히 큰 물체

가 충분히 느리게 움직이는 경우에 적용되는 한계 법칙이다. 현대 과학의 탐구에서는 그런 한계 법칙이 성립되는 한계를 확인하는 것도 매우 중요한 과제다. 그런 경우의 탐구는 일반적인 가설 연역적 탐구와는 전혀 다른 과정으로 진행된다. 또한 새로운 기술을 개발하기 위한 발명적 탐구의 경우에도 독특한 탐구의 과정이 필요하다.

다시 말해서 과학 연구에서 활용되고 있는 탐구 활동은 정형화되어 있는 것이 절대 아니다. 단순히 과거에 성공한 탐구의 방법을 반복해서 몸에 익힌다고 해서 학생들이 해결하게 될 새로운 문제 해결에도움이 된다는 보장을 할 수 없다는 뜻이다. 초·중등학교에서 정형화된 탐구 활동은 새로운 지식을 찾아내는 데 도움이 되는 진정한 탐구가 될 수 없다는 뜻이다. 실제로 전문적인 탐구의 방법을 미래 세대에게 전수하는 방법은 해결하려는 문제에 따라 크게 다르다. 전문적인 탐구 방법을 가르치는 일은 전통적으로 매우 개인적인 관계를 바탕으로 하는 도제(徒弟)식의 방법으로 이루어진다는 사실을 분명하게 인식할 필요가 있다.

과학 탐구 활동을 통해서 학생들의 협동심을 기른다는 목표도 과학 탐구의 특성을 무시한 것이다.

과학 탐구는 문학이나 예술의 창작 활동과 마찬가지로 개인의 능력에 따라 성패가 결정되는 지극히 개인적인 활동일 수밖에 없다. 문학이나 예술 교육에서 협동심을 추구하지 않는 것과 마찬가지로 과학 교육의 탐구 활동도 협동심을 기르는 수단으로 적합하지 않다. 만약 과학 탐구를 협동심을 기르는 교육의 수단으로 활용한다면 그런 탐구는 진정한 의미의 탐구 활동이라고 할 수가 없다. 더욱이 대부분의 학생들은 평생을 통해서 과학 교육에서 배운 정형화된 탐구 활동을 활용할 수 있는 기회를 갖기 어렵다.

창의력은 학생이 아니라 교사에게 필요하다

국어사전에 따르면 창의력(創意力)은 '새로운 것을 생각해내는 능력'을 뜻한다. 일반적으로 창의력은 사회의 전통과 문화적 구속에서 벗어나 개성적이고 독립적인 사고(思考)를 통해 새롭고 신기한 결과물이나 의견을 만들어낼 수 있는 인지적 능력을 뜻한다. 그런 창의력의 정체에 대한 인식은 매우 다양하다. 창의력은 신(神)에게 부여받은 영감을 표출하는 능력(신비주의적 인식), 성적(性的) 욕망, 부(富), 권력, 명예 등의 무의식적 소망을 사회적으로 안전하게 표출하는 능력(정신분석학적 인식), 자극에 대한 학습된 반응(행동주의적 인식), 일종의 뇌기능(인체해부학적 인식), 기존의 지식을 바탕으로 하는 인지 과정으로 학습될 수 있는 능력(인지적 접근) 등으로 다양하게 볼 수 있다. 개인의 내적 동기, 지식과 능력, 사고와 수행 기술의 혼합체라고 보는 통합적 인식도 있다.

창의력에 대한 지극히 실용주의적인 인식도 있다. 흔히 산업 현장에서 생산성을 향상시키기 위해서 강조하고 있는 다양한

창의성 항상 모형들이 그런 경우에 해당한다. 창의력과 관련된 기본 능력으로 민감성, 유창함, 독창성, 융통성, 종합능력, 분석능력, 복잡성, 평가능력, 또는 정교성 등이 있다. 대담성, 용기, 자유, 자발성 등의 잠재력 등을 통해 개인의 잠재력이 실현된다는 이론도 있다.

창의성이 무엇이고, 어떻게 인식하는가와 상관없이 진정한 창의성과 방종(放縱)의 경계는 뚜렷하지 않다. 전통과 문화적 구속에서 벗어난 기발한 발상으로 만들어낸 새로운 것이 사회적으로 용납될 수 없는 것이라면 그런 발상은 책임과 의무를 무시한 방종이 되어 버리기 때문이다. 그래서 창의성에 대한 학문적 정의에서는 빠짐없이 '새로움'이나 '신기함'과 함께 '유용성'과 '적절성'이 등장하게 된다. 사회적으로 유용하고 적절하지 않은 창의성은 결코 타당성을 인정받을 수 없다는 뜻이다.

다른 분야의 창의력과 마찬가지로 과학적 창의력에도 과학기술계의 일반적인 관행이나 제약에서 벗어난 개성적이고 독창적인 사고방식이 필요하다. 단순히 다른 사람이 밝혀놓은 과정을 되풀이하는 것만으로는 새로운 과학 문제를 해결할 수 없기 때문이다. 다만 과학적 창의성은 이미 확인된 과학 지식에 대한 충분한 정보와 과학적 탐구 방법에 대한 충분한 경험을 바탕으로 한다는 점에서 다른 분야의 창의성과 크게 구별된다. 또한 문제를 분석적이고 비판적으로 인식해야 한다는 점에서도 그렇다. 예를 들어 문학, 음악, 미술 분야의 창의성에서는 사회적으로 마련되어 있는 틀을 반드시 지켜야 할 필요가 없다. 오히려 기존의 사회적 구속 조건을 과감하게 무시할수록 더욱 창의적인 결과를 얻을 수 있게 되는 경우도 있다. 예술적 창의력

의 가치를 규정하는 사회적 제약 조건들이 그런 작품의 출현에 의해 근본적으로 변화할 수도 있기 때문이다.

과학적 창의력이 다른 분야의 창의력과 밀접하게 관련되어 있는 것도 아니다. 과학적 창의력이 요구하는 개인의 품성이나 개성이 다른 분야의 창의력에 영향을 주는 요인과 크게 다르기 때문이다. 그래서 창의적인 과학자가 반드시 훌륭한 예술가나 문학자가 되는 것은 아니다. 따라서 21세기 지식 기반 사회를 살아가기 위해서 필요하다라는 개인의 창의성이 반드시 과학적 창의성인가에 대해서는 심각한 고려가 필요하다. 근본적으로 과학적 창의성은 과학자와 공학자에게만 요구되는 것이기 때문이다.

그렇기 때문에 과학자를 육성하는 것보다는 현대 사회를 살아가는 민주 시민을 양성하는 것이 훨씬 더 중요한 목표인 초·중등학교의 과학 교육에서 과학적 창의성과 탐구 활동을 강조하는 것은 득보다 실이 훨씬 더 많다. 실제로 대부분의 학생들은 탐구 활동에 익숙지도 못하고, 과학적 창의성에 필요한 소양을 가지고 있지도 않다. 그런 학생들에게 무리한 탐구와 창의성을 요구하는 것 자체가 과학을 더욱 낯설고 어렵게 느끼게 만드는 요인이 된다. 초·중등학교의 과학교육에서 정말 필요한 것은 어려운 과학 지식을 쉽고 재미있게 설명해주기 위한 교사들의 창의적 교육 방법이다. 과학 교육에서의 창의성은 학생들에게 필요한 것이 아니라 교사들에게 요구되어야 하는 것이라는 뜻이다. ㉮



글쓴이는 서울대학교 화학과 졸업 후 미국 코넬대학에서 박사학위를 받았다. 대한화학회의 화학교육개선위원회 위원장을 맡고 있다.