

생각하는 과학, 생각하는 과학교육

글 | 손연아 _ 단국대학교 과학교육과 교수 yeona@dankook.ac.kr

안타깝게도 우리 주변에는 “요즘 학생들은 도대체 생각을 안 해!” 라는 푸념 섞인 말을 하는 과학교사들을 자주 볼 수 있다. 과학교사는 과학수업을 통해 학생들이 과학적이고 합리적으로 논리적인 사고를 할 수 있고, 이를 바탕으로 과학적 소양을 갖춘 민주 시민으로 자라기를 기대하고 있으나, 실제 과학 수업에서 학생들의 무관심한 반응으로 이러한 바람은 오히려 실망감으로 바뀌게 된다는 것이다.

그렇다면 그 원인은 어디에 있을까? 학생들이 정말 생각하는 것을 싫어하는 것일까? 아니면 학생들은 생각하고 싶는데, 그 희망대로 이루어지지 않는 것은 아닐까? 혹시 과학 교사들은 수업시간에 학생들에게 생각하는 방법을 가르쳐 본 적이 없는 것은 아닐까? 또한 과학 교사들은 수업 준비를 할 때 과학 교과 영역 내에서 ‘생각하다’라는 의미를 깊게 생각해 본 적이 없는 것은 아닐까? 그리고 실제 과학 수업에서 과학 교과에 적합한 사고 기능을 학생들이 인식하고 실행할 수 있도록 도와주기 위한 준비와 노력을 충분히 하고 있지 못하는 것은 아닐까? 결국, 우리는 학생들에게 ‘생각하는 방법’은 가르쳐 주지 않고 ‘생각해 내기’를 강요하고 있는 것은 아닐까?

귀납과 연역 통한 ‘과학적 사고’

학생들에게 ‘생각하는 방법을 가르친다는 것’은 그들 자신의 ‘사고’와 ‘언어’가 어떻게 상호작용하는지를 단계적으로 가르쳐주는 일을 의미한다. 사고와 언어의 상호 작용 속에서 학생들은 자신

의 과학 학습 경험을 추상적인 개념이나 아이디어로 전환할 수 있을 뿐만 아니라, 추상적인 과학 개념이나 아이디어를 자신의 학습 및 생활 경험으로 전환할 수 있다. 여기서 과학학습 경험으로부터 아이디어를 구성하는 과정은 ‘귀납적인 사고’로 정의되며, 일반적인 과학 개념과 아이디어를 적용하여 경험과 관련된 문제를 특성화하는 과정은 ‘연역적인 사고’로 정의된다. 따라서 ‘과학적 사고’는 과학 수업 시간에 학생과 교사, 학생과 학생의 상호 작용을 통한 ‘귀납’과 ‘연역’의 수레바퀴 속에서 더욱 활성화될 수 있다.

귀납적 사고는 기억이나 인식으로부터 추출한 정보의 작은 조각들을 광범위하고 추상적인 지식으로 일반화하는 과정을 의미한다. 이를 통해 학생들은 세상의 다양한 현상들이 어떻게 일어나는지에 대해 분석적이고 창조적인 세계관을 가질 수 있다. 귀납적 사고의 과학교육적 의미는 학생들에게 이미 인식하고 있는 과학적 경험들의 가치를 깨닫게 하고, 그들이 가지고 있는 기존의 정보를 특정 과학학습에 연관 지음으로써 의미 있는 과학적 명제로 일반화시키는 것을 돕는 데 있다. 이러한 ‘귀납적 사고 과정’에는 ‘고찰 및 초점화’, ‘범주와 개념 개발’, ‘명제 구성’ 등의 단계가 포함될 수 있다.

‘고찰 및 초점화’ 단계는 학생들이 과학 수업에서 정보를 선택하고 구성하는 단계이다. 적용가능한 과학적 사고 방법으로는 ‘자유 그림 그리기’, ‘일지 쓰기’, ‘웹 다이어그램 그리기’ 등이 있다. 그리고 이 단계에서 요구되는 사고 기능으로는, ‘그룹을 지어 체계화하기’, ‘정보를 묶어서 덩어리로 기억하기’, ‘조사와 관찰 기술’, ‘샘플링하기’, ‘집계하기’, ‘그룹짓기’ 등이 있다.



‘범주와 개념 개발’ 단계는 학생들이 여러 가지 다양한 과학적 현상을 설명하는 단계이다. 이 단계에서 학생들은 좀 더 복잡한 사고를 하기 위해 범주화하고 개념을 발전시키기 위한 ‘환다이어그램’을 활용할 수 있다. 여기서는 ‘특성 분석’, ‘개념 정의’, ‘비교’, ‘대조’, ‘유추와 은유’, ‘변증법적 분석’ 등의 과학적 사고 기능들이 포함될 수 있다.

‘명제 구성’ 단계는 학생들이 위계적 구조를 통하여 연관된 명제들을 개발하는 단계이다. 여기서 요구되는 과학적 사고 기능으로는, ‘각인’, ‘추론’, ‘일반화’, ‘가설 설정’, ‘오류 평가’, ‘개연적 추론’, ‘이론, 예측’ 등이 있다.

한편, 연역적 사고는 일반적인 원칙과 어떤 특정 정보로부터 우리가 원하거나 필요로 하는 그 이상의 정보를 추론해 가는 과정을 의미한다. 이를 통해 학생들은 자신이 가지고 있는 선개념을 파악할 수 있고, 과학적 문제해결과정에서 다루어지는 아이디어, 예측, 계획, 절차 등의 실행 과정을 통해 새로운 정보를 창출할 수 있다. ‘연역적 사고 과정’에는 ‘개념 네트워크 구성하기’, ‘인과관계성 모형화하기’, ‘문제해결을 위한 계획 세우기’ 등의 단계가 포함될 수 있다.

‘개념 네트워크 구성하기’ 단계는 학생들이 초점화된 아이디어와 관련된 개념을 구성하는 단계이다. 과학 수업에서 이 단계를 학습할 수 있는 좋은 방법으로 개념도의 활용을 들 수 있다. 이 단계에서 요구되는 과학적 사고 기능으로는, ‘개념적 사고’, ‘연관된 사고’, ‘도해를 통한 예측’, ‘원인, 결과 연결’, ‘논리적 분석’, ‘입장, 태도, 가치 확립’, ‘변증법적 사고’ 등이 있다.

‘인과관계성 모형화하기’ 단계는 학생들이 과학적 개념들 사이의 인과관계를 분석하는 단계이다. 이를 학습하기 위해 ‘원인개념도’를 활용하면 유용하다. 원인개념도는 먼저 일어난 사건과 나중에 일어난 사건 사이의 관계성을 순서적으로 되짚어 가는 과정을 통해 특정 결과에 대한 원인이 일어나는 동향을 파악하고, 그러한 경향이 미래에 어떤 영향을 미칠지에 대한 가설과 미래의 결과물을 성취하기 위한 계획을 단계적으로 세우는 것을 말한다. 이 단계에서 요구되는 사고 기능으로는 ‘경향 분석’, ‘인과관계 분석’, ‘역

개념도 작성’, ‘예측’, ‘가설’, ‘조건 논리’ 등이 있다.

‘문제해결을 위한 계획세우기’ 단계는 과학적 문제에 대한 새로운 정보를 찾거나 해결방안을 찾기 위해 구체적이고 논리적으로 과학 탐구 계획을 세우는 과정이다. 이를 위해 ‘절차적 사고’, ‘결과 분석’, ‘활동 계획’, ‘가설 검증’ 등의 과학적 사고 기능이 활용될 수 있다.

학생들에게 ‘생각하는 방법’ 가르쳐야

우리는 일반적으로 과학자가 이루어 놓은 과학적 산물에 대해서는 잘 알고 있으나, 그 산출물을 낼 때까지의 과학적 사고 과정에 대해서는 깊이 있게 알지 못한다. 과학수업 시간에 학생들에게 ‘귀납과 연역을 통한 과학적 사고 과정’을 ‘그들의 과학 학습에 적용하는 방법’을 단계적으로 가르침으로써 학생들이 앞으로 자신의 일상생활 및 지역사회에서 직면하는 문제를 해결하는데 ‘과학적 사고 방법’을 효과적으로 활용할 수 있는 바탕을 마련해 주어야 한다. 이를 위해 과학교사는 과학 수업 시간에 ‘생각하는 방법’을 가르치기 위한 구체적인 과학 교수·학습 전략을 개발하고, 이를 실제 과학 수업에 적용하려는 노력을 계속해 나가야 할 것이다.

과학 수업에서 ‘과학적 사고 과정’을 발달시키는 교육이 효과적으로 이루어지기 위해서는 교사, 학생, 학부모, 학교, 국가 차원의 공동 노력이 요구되는데, 교사는 ‘과학 수업에서 학생들에게 과학적 사고 기능 개발을 위해 어떤 도움을 주고 있는가?’ 학생은 ‘내 자신의 과학적 사고 기능 향상을 위해 어떤 노력을 하고 있는가?’ 학부모는 ‘내 아이가 과학적 사고 기능 향상을 위해 바람직한 과학 교수-학습 경험을 하고 있는가?’ 학교는 ‘학교의 다양한 과학 교수-학습 커리큘럼이 학생들의 과학적 사고 기능 향상을 위한 바람직하게 운영되고 있는가?’ 국가는 ‘어떤 국가 차원의 정책적인 지원을 통해서, 교사, 학생, 학부모, 학교의 노력이 현실적으로 가능하도록 하는 제반 과학교육 환경을 조성할 수 있는가?’ 등의 질문을 통해, 각각의 위치에서 서로의 노력 정도를 세밀히 점검하고, 긴밀하고 실제적인 네트워크를 통해 상호 협조하는 것이 필요하다.

이러한 지속적인 노력으로 과학적 소양을 갖춘 미래의 민주시민 양성뿐만 아니라 미국, 스웨덴, 러시아, 일본, 중국 등과 같이 우리나라에서도 노벨 과학상 수상자를 기대할 수 있을 것이다. ㉔



글쓴이는 단국대학교 과학교육과 졸업 후 동대학원에서 석사·박사학위를 받았으며, 한국교육개발원(KEDI) 부연구위원, 교육인적자원부 학교종합평가위원 및 학교컨설팅 위원, 한국교원대학교 학술연구교수 등을 지냈다.