

현장 중등 과학교육의 문제점과 개선방안



현종오

월계고 교사
johhyun@hanmail.net

전국과학교사협회 초대 회장
'차세대 과학교과서 연구개발 위원회' 위원장
(현) 월계고 과학교사
바른과학기술사회 실현을 위한 국민모임 집행위원
전국과학교사협회 고문

미래형 교육과정이 공개토론 되지 않은 상태에서 진행되어 발표된다고 하자 학교현장에 불만의 소리가 여거지거서 들린다. 물론 밥그릇 걱정하는 수준에서부터 교육을 걱정하는 포괄적인 요구까지 참으로 다양하다. 학교현장에서 학생들과 매일 만나야 하는 교사들로서는 여간 곤혹스러운 일이 아니다. 언제나 교사들도 교육과정 만드는데 자신의 의견을 맘놓고 펼칠 수 있을까? 이럴 때일수록 중등 과학교육의 문제점의 원인을 차분히 생각해 보고 그것을 토대로 극복할 수 있는 방법을 찾아보는 일이 필요하다.

요즘 학교에서는 수업시간에 조는 아이들이 많아졌다. 학원에서 2시까지 공부하고 학교에 오니 아이들이 매우 피곤하기 때문이다. 이 아이들에게 별을 주다가 학부모 항의를 받기도 한다고 한다. 그러니 학생이나 학부모들은 생각하기에 공부는 학원에서 하는 것이고 학교에서는 졸업장만 따면 된다고 생각하고 있는 것 같다. 입시위주의 교육환경에서 늘 피곤한 학생들은 이렇게 생각할지도 모른다. 언수외하기도 바쁜데 무슨 과탐이야? 학생들에게 과학은 입시의 발목을 잡고 노력에 비해 점수가 잘 안 나오는 귀찮은 과목이다. 이런 생각만으로 과학성취도 하락이라는 현상의 원인을 다 찾았다고 보기는 어렵다. 보다 근본적인 문제는 학교 현장의 과학교육의 총체적 부실이라는 보다 근본적인 문제를 살펴보는 것이 좋을 것이다. 이 문제를 누가, 무엇을, 어떻게, 왜라는 네가지 범주로 나누어 생각해보기로 하자.

우리나라 과학교육의 문제의 출발은 학생들의 과학에 대한 관심이 멀어진데서 찾아볼 수 있다. 그 원인은 학생들의 관심을 끌지 못하는 과학교과서의 내용선정에 문제가 있다. 과학교과서 내용 선정의 중심에는 과학교육과정이 있다. 우리나라 과학교육과정은 5년이나 7년에 한 번씩 변화되었지만 수시검정으로 바뀐 7차는 10년이 지나서야 새로운 교육과정으로 바뀌게 되었다. 물론 수시검정체제로 바뀌었다고는 하나 아직도 이 주기에 대해서 의심하는 사람은 없다. 이런 변화가 거듭된다는 것은 시대변화에 발맞추어 새롭게 바뀐다기 보다는 1-2년 정도의 짧은 기간에 연구되어 늘 자리바꾸기식 개정이란 비판을 받고 있다. 문제는 빠르게 변화 발전하는 과학기술사회의 내용을 담기에는 턱없이 부족한 연구기간과 인력 그리고 재정적 지원이다. 그러다 보니 학교현장의 과학교육 실태가 체계적으로 연구조사되지 못하고 늘 짜맞추기식 설문지에 의거한 부분적 수정이 되는 경우가 대부분이다. 이런 과정을 거쳐 나오는 교육과정은 학생들이나 교사의 요구를 수렴하지 못하게 된다. 그 예로 미국 국가수준 교육과정에 예시된 기준이 우리 과학교육과정에 어떻게 나타나는지 살펴보기로 하자.

학생들은 보통 과학수업에 임하기 전에 이미 원자와 관련된 몇가지 용어를 알고 원자에 대한 초보적인 이해를 하고 있다. 그러나 특정한 물질 모형을 지지하는 증거와 논리적 주장에 대한 이해는 대부분 부족하다. 초기

에 학생들은 어떤 물질을 이루고 있는 기본 입자는 그 물질과 같은 성질을 가지고 있다고 생각한다. 즉 입자는 물질의 작은 조각이라는 것이다. 따라서, 원자와 분자를 도입하거나 그것에 대한 학생들의 이해를 개선함으로써 입자를 이용하여 원소와 화합물의 족성을 설명하는 것이 가능하다고 생각할 수도 있다. 그러나 이 나이 도래의 학생들을 대상으로 그러한 용어를 사용하는 것은 시기 상조이며 그렇게 하게 되면 물질의 거시적 특성과 물리적, 화학적 반응을 관찰하고 기술하는데 초점을 맞추므로써 얻을 수 있는 이해를 왜곡시킬 우려가 있다. 5-8학년 수준에서는 원소와 화합물을 그것들의 화학적 특성에 따라 조작적으로 정의할 수 있다면, 원자와 분자라는 아이디어를 충분히 이해하는 학생들은 거의 없다. (국가과학교육기준 p.201-202)

이처럼 우리가 살고있는 거시세계에서 눈에 보이지 않는 미시세계를 다루게 되는 경우 학습자의 상태에 대한 깊은 배려가 필요하다. 그러나 우리나라 교육과정에는 이런 점이 잘 고려되어 있지 못하다.

(3) 화학 반응에서의 규칙성

◎ 내용 해설

이 단원에서는 물리적 변화와 화학적 변화를 구분하여 지도한다. 그리고 화학적 변화가 화학 반응에 의해 일어난다는 사실을 인식하도록 한다. 질량 보존의 법칙과 일정 성분비의 법칙을 입자 모형을 통해 학습하도록 하며, 이를 화학반응식으로 표현할 수 있도록 지도한다.

(가) 물리적 변화와 화학적 변화를 설명할 수 있다.

물질의 변화에는 물리적 성질이 변하는 물리적 변화와 화학적 성질이 변하는 화학적 변화가 있음을 이해한다. 물리적 변화와 화학적 변화를 예를 들어 설명할 수 있도록 한다.

(나) 화학 반응에서 질량 보존의 법칙과 일정 성분비의 법칙을 모형으로 설명할 수 있다. 화학 반응을 모형으로 설명함으로써 물질이 입자(원자)로 이루어져 있고, 화학적 변화는 입자의 배열이 달라지는 것임을 이해하게 한다. 화학 반응에서 물질이 생성될 때 모형으로 설명함으로써 질량과 관련 있는 질량 보존의 법칙과 일정 성분비의 법칙이 입자론적 물질관으로 설명할 수 있음을 이해하게 한다.

(다) 화학 반응을 화학 반응식으로 나타낼 수 있다.

반응물과 생성물의 화학식을 이용하여 화학 반응을 화학 반응식으로 나타낼 수 있음을 지도한다. 기체 반응의 법칙과 아보가드로의 분자설을 모형을 이용하여 설명하고, 이를 통하여 화학 반응식에 계수의 의미를 이해하게 한다. 화학 반응식에서 반응물과 생성물 사이의 질량 및 부피 관계를 화학 반응식으로 이해할 수 있도록 한다.

이런 교육과정에 의해 집필될 수밖에 없는 교과서는 학생들이 이해하기 어렵고 친절하지 못한 교과서가 되기 쉽고 학교현장에서 학생들이 과학을 싫어하게 만드는 근본 원인이 되고 있다. 두 번째로 교육과정에서 요구하는 학습량이 많다는 것도 과학교육을 어렵게 하는 원인이다. 7차 교과서의 경우 한 시간에 해야 할 활동이 2-3개이고 물음과 토론 등까지 합치면 4-6개까지 되는 수가 있다. 한 활동이 제대로 이루어지려면 최소한 30분 이상 걸리는데 교육과정에 제사된 내용을 모두 소화하기 위해서는 학생들이 이해하든 그렇지 못하든 빨리빨리 진도를 나가는 수밖에 없다. 또한 수준별 학습으로 제공한 보충학습과 심화학습은 한 학급에서 동시에 따로 진행하기란 거의 불가능하다. 그래서 모든 학생들에게 활동 보다는 각과정의 결과확인 정도만 하고 넘어가는 수가 많다. 심화학습의 경우는 그것을 제대로 이해하는 경우가 적고 때로는 더 높은 학년의 내용을 끌어내려와 수업을 하는 선행학습의 폐해를 주기도 한다. 세 번째로 과학 교육의 부실을 교과내용에서 찾는다면 가장 큰 실패를 하고 있는 것이 바로 ‘탐구’다. 해방이후 거의 60년간 실패해 온 탐구가 아직도 과학교육계에서는 어느 누구도 넘보지 못할 성역처럼 취급되고 있다. 탐구는 과학자를 길러내기 위한 필요에 의해 시작되었지만 국민의 3%에 해당하는 과학자를 길러내는데 얼마나 공헌했는지 모르겠으며 나머지 97%의 국민이 과학을 싫어하게 되는 원 인제공을 했다고 생각된다. 그럼 과학교과서에서 탐구는 실제 얼마나 성공하고 있고 실제 배우는 학생들의 학습상황에는 어떻게 나타나고 있을까? 과학교육과정에서 탐구는 주로 탐구활동으로 나타나 Hands on Activity를 많이 하도록 유도되었고 이것은 STS와 결합하면서 과학교과서를 더욱 어렵고 불친절하게 만들고 있다. 7차 과학교과서를 보면 간단한 과학지식도 거의 모두 활동이라는 형식으로 소개되고 있어 가르치기도 어렵고 배우기도 어렵게 되어있다. 그래서 학생들은 아무리 읽어

도 이해가 가지 않으니 간추린 참고서나 자습서를 찾게 되고 이런 악순환은 결국 교육비부담과 사교육의 변성으로 나타나게 된 것이다. 즉 학교현장에서 나타난 과학교육의 형태는 탐구를 가장한 주입식교육이다. 그럼 이런 것을 벗어나 교사가 가르치기 쉽고 학생들이 즐겁고 의미있게 배우려면 과학을 어떻게 배워야 하는 것일까?

과학은 다른 과목과 다르게 과정 속에서 배우는 것이 많다. 이런 면을 강하게 표현한다면 결과보다 과정 속에서 배우는 과학이 중요하다는 것을 말한다. 그래서 인지 과학에서는 실험을 해 보는 것이 중요하다. 실험의 매력은 아무리 똑같은 실험을 여러 번 해도 똑같은 결과가 나오는 실험이 없다는 것이다. 그래서 사이버상의 가상실험은 정해진 결과를 확인하는 데 불과하므로 실제 실험과는 판이한 목적으로 사용되어야 한다. 학교현장에서 학생들과 실험을 하다보면 그나마 사라지고 있는 과학의 흥미를 다시 불러일으킬 수 있는 희망이 보이기도 한다. 그런데도 학교현장에서 실험수업을 하려면 넘어야 할 몇가지 어려움이 있다. 먼저 실험준비하는 데 시간이 너무 많이 걸린다. 실험조교가 도와주고 있다고는 하나 실험을 하지 않는 다른 교사에 비해 시간이 턱없이 모자라다. 게다가 실험을 열심히 한다고 주변에 소문이라도 나면 그렇지 못한 동료교사들의 눈치까지 보아야 한다. 또한 실험수업을 하다보면 진도에 뒤쳐져 스트레스를 받기도 한다. 그러나 무엇보다도 실험수업을 어렵게 하는 것은 엉터리 실험기구들과 그것들로부터 발생할지도 모를 위험성이다.

영세한 교구업자와 이상한 유통구조가 과학실험교구들을 60-70년대식에서 발전 못하게 하고 있다. 질량을 측정하기 위해 만든 국산용 센티그램 천칭이 제구실을 못한다든지 가열하기만 하면 깨지는 초자기구류 눈금이 정확하지 않은 눈금실린더라든지 폭탄처럼 불안하기만 한 알콜램프 등 그 사례는 얼마든지 들 수 있다. 이런 기구들은 현장에서 사라지지 않는 한 실험을 많이 할 수록 사고가 날 확률이 높아질 것이다. 이런 현상은 학교현장에서 실험을 제대로 하지 않고 실험기구 확보율을 높이기 위해 검증되지 않는 실험기구들을 사서 쌓아두고 있기만 하기 때문이다. 교사가 실험에 필요한 물품을 인터넷에서 직접 주문해서 사용할 수 있는 날이 멀기만 한 것일까? 학교 현장에서 과학수업을 부실하게 하는 두번째 원인은 IT 수업이다. 교과서출판사에서 나온 CD 속 파워포인트 등을 이용해 답만 확인하는 수업을

하는 경우가 많다. 워낙 시간에 쫓기고 수업에서 다루어야 할 내용이 많은 경우 이런 수업이 더 많이 진행되는 데 이런 수업을 받는 학생들은 대부분 아무 생각없이 답만 받아적기 바쁘다. 특히 중학교의 경우 필기를 싫어하는 학생들을 위해 선생님들이 만든 프린트 빈칸 채우기로 시간을 모두 보내는 수가 많다. 이런 경우 학생들은 교과서에 나온 내용중 개념에 해당하는 것을 간추려 외우고 그것을 간단하게 이용하는 문제풀이에만 익숙해진다. 따라서 이번 PISA 문제처럼 일상생활의 문제해결 상황이 적용된 문제가 나오면 찢찢떨 수밖에 없는 것이다. 그럼 과학수업에 참여하고 있는 학생과 교사들은 이 문제에 대해 어떻게 생각하고 있을까?

먼저 학생들은 언제부터 과학에 흥미를 잃기 시작하는 것일까? 초등학교에서는 과학시간에 과학실험실에 가서 수업하기가 어렵다. 학교 전체에 과학실 수가 모자라고 과학전담 교사도 적기 때문이다. 그래도 초등학교 학생들은 과학실험실에 가는 날은 신난다고 한다. 형식적 조작단계 이전의 학생들에게는 구체물을 앞에 놓고 생각하는 것이 좋기 때문이다. 두 번째로 초등 과학교과서를 보면 알 수 있는데 마치 70-80년대 책을 보는 것 같다. 시대적으로 내용도 뒤떨어지고 사진이나 그림들도 유치하고 종이질마저 좋지 않다. 아직도 이런 책으로 배운다는 것이 실감이 가지 않을 정도이다. 그 이유는 아직도 초등 과학교과서가 국정교과서로 정해져 있어 수십년 동안 경쟁을 하지 않아 정체되었기 때문이라고 생각된다. 이런 책으로 배우는 학생들이 과학에 흥미를 느끼게 될리 없다. 그러나 과학을 결정적으로 싫어하게 되는 계기는 이 학생들이 중학교에 올라가면서 부터이다. 초등학교에서 중학교로 올라가서 받게 되는 교과서가 무척 어렵고 불친절해 거의 충격적으로 다가 오기 때문이다. 초등학교때는 교과서 전체에서 처음 배우는 단어가 10개 이내 정도인데 중학교과서에서는 한 시간에 처음 배우는 단어가 그 정도 되는 경우도 있다. 세 번째로 과학공부를 방해하는 요소는 아무래도 입시제도이다. 몇년 전만해도 중학교에서는 입시가 없어 정상적인 교육이 가능했지만 이제 외고와 과고 지망자들이 많아지면서 중학교 1학년부터 학생들은 입시학원을 다니며 시달리는 경우가 많다. 고등학교에 올라오면 그 정도는 더 심해져 과학을 좋아하거나 전공을 하게 될 학생의 경우도 담임선생님께서 과학공부 보다는 언수와 공부를 하라

고 해야 할 지경이다. 학교현장에서 과학교육이라는 부분의 입지가 얼마나 좁아졌는지 실감나는 부분이다.

그럼 교사의 입장에서 가르치는 데 어떤 어려움이 있을까? 교사들은 보통 교재연구나 수업준비를 할 틈이 없다. 정규수업 보다 보충수업 교재나 논술교재 등을 만드느라 실제 중요한 정규수업을 돌볼 틈이 없다. 보통 수업 보다 보충수업의 경우 실험이나 토론 수업 보다는 문제풀이식 수업을 하는 것이 대부분이라 교사들은 학생들에게 과학의 탐구방법을 어떻게 가르칠 것인지에 대해 고민하기 보다는 문제풀이 유형만 알고 빠르게 풀 수 있는 방법을 가르치기 바쁘다. 두 번째로 교육현장에 점차 비정규직인 기간제교사의 비율이 높아져 학생과 교사사이의 신뢰감이 약해져가고 있다는 것이다. 교사의 직업의 안정성이 자기도 모르게 학생들을 대하는 태도를 바꾸게 되고 학생들도 은연중 그런 상황에 반응을 하게 된다는 것이다. 세 번째 보다 근원적인 문제로 교사양성체제와 임용에 관한 문제가 있다. 다양한 전공적 지식을 요구하는 현장에 비해 교사대에서는 한가지 전공영역별 교사양성이 계속되고 있고 복수전공하는 곳도 있으나 이런 곳에서는 깊이있는 과학을 배우지 못하고 나오는 경우가 많다. 그래서 중학교나 고등학교 1학년의 경우 타 전공영역을 가르칠 때 부실해지는 것을 막기 어렵다. 교사재교육이나 전문대학원 등에서 잘 갖춰진 전문가로서 교사들이 준비하는 것이 바람직하다고 생각된다. 네 번째로 과학교사의 재교육도 과학교사 연구년제 도입, 연구기관이나 과학관 파견근무 등으로 폭 넓혀 교사재교육을 교육계의 좁아진 틀에서 해결하려고 하지 말고 사회의 다른 부분과 적극적으로 연결시켜야 할 필요가 있다. 세 번째로 학교 수업을 부실하게 하는 요소로 급변하는 사회와 거기에 걸맞지 않은 교육시스템을 들 수 있다. 신자유주의 물결을 타고 학생들의 권리주장과 교사의 교권이 상호 마찰을 겪게 되기도 하고 얼마 전 모 사립고에서 우수교사가 학원으로 가면서 학생들의 박수를 받았다고도 한다. 과학놀이마당과 같은 과학이벤트에 참여한 학생들의 태도에도 상당한 변화가 있다. 학생들이 자신이 발표하고 있는 내용보다는 발표하는 기법에 더 매달리는 경향이 짙게 나타난다. 과학의 즐거움을 넓게 퍼려는 행사에 참여한 학생들이 배운 것이 과학의 즐거움이 아니라 홈쇼핑 도우미 방법인 것처럼 보이면 곤란한데 말이다. 학교현장에서 과학교

사가 설자리가 점점 좁아지는 것처럼 느껴지기도 한다. 그럼 이런 현상의 궁극적인 원인은 어디에 있는지 마지막 왜라는 질문으로 정리해보고자 한다.

왜 PISA 국제성취도 평가 과학 성취도 하락현상이 나타났을까? 그 원인에 대해 알아보기로 하자.

첫째, 엉터리 과학교육과정에 있다. 우리나라 과학교육의 실태를 국가적인 자료수집부터 해서 과학교육 현실을 객관화하고 그것에 근거한 과학교육의 틀을 다시 세워 볼 필요가 있다. 과학 교육과정 개발도 단시간에 자리바꾸기식을 개정을 지양해 근원적이고도 안정적인 과학컨텐츠의 틀로 마련되어야 할 것이다.

둘째, 불친절한 과학교과서에 있다. 과학교과서 제작 인프라를 출판사 주도형에서 학회나 대학 연구소 등의 저자, 출판사, 과학교구업체 등이 컨서시엄을 이루어 공모하는 형태로 바꿀 필요가 있다. 이 때 혁신적인 형태의 교과서 제작을 정부에서 지원하는 교과서 공개념제가 함께 구상되어야 할 것이다.

셋째, 위험하고 부정확한 실험기구에 있다. 양질의 과학실험기구를 개발하고 보급할 수 있는 제도적인 장치 마련과 믿고 안전하게 쓸 수 있는 품질 인증제가 도입되어야 한다. 인터넷 구매등 교사가 손쉽게 신청하고 구입할 수 있는 방법 개발이 필요하다.

넷째, 창의력 넘치고 친절한 교사가 필요하다. 전문가적 소양을 갖춘 과학교사를 길러내는 교사양성 및 임용 제도가 필요하고 교사연구년제 도입이나 과학관이나 정부기관에 파견 등 교사재교육의 틀을 넓힐 필요가 있다.

지금까지 PISA 2006 국제비교연구에서 과학 성취도 하락에 대한 원인을 찾아 보았다. 이것은 단순한 과학교육을 철저하게 가르치지 못해서 나온 것이 아니라 오래전부터 쌓여온 과학교육의 잘못된 틀 때문에 비롯된 것이라는 것을 알았다. 이 현상을 극복하기 위해서는 과학교사뿐 아니라 우리 국민 모두가 과학교육의 새판짜기에 참여해야만 이룰 수 있는 일이지 과학교육 담당하는 몇 사람 들만의 문제가 아니라는 것을 명심해야 할 것이다. 