

과학과 교육용 콘텐츠 개발 방안 연구

- 과학 교사들이 필요로 하는 연수와 교수·학습 자료에 대한 실태 조사 -

곽 영 순

(한국교육과정평가원 연구원)

《 요 약 》

본 연구에서는 설문조사와 교사 심층면담을 통하여 과학과 현장 교사들이 가장 필요로 하는 현직 연수와 과학과 교육용 콘텐츠를 고찰하였다. 과학과 교육용 콘텐츠 중장기 개발 계획을 수립하기 위하여 설문조사를 통하여 (1) 교사와 학생이 교수·학습하기 어려워하는 과학 주제들, (2) 과학 주제별로 현장 교사들이 소개하는 나만의 효과적인 지도 방법, (3) 현장 교사들이 요구하는 교육청이나 교육 연구 기관에서 개발하여 학교 현장에 보급해야 할 자료 등을 조사하였다. 과학 교사들이 가장 필요로 하는 현직 연수는 교과 내용 연수, 수업 방법 연수, 학생들에 대한 이해, 최신 교수이론과 연구 동향 등인 것으로 나타났다. 과학 영역별로 교사와 학생이 교수·학습하기 어려워하는 주제와 그 원인을 분석하였다. 교사 연수와 교육용 콘텐츠 개발에 대한 수요 분석 결과를 토대로 과학과 교육용 콘텐츠 중장기 개발 방안을 제안하였다.

주제어 : 교육용 콘텐츠, 과학 교사, 교사 연수, 교사 전문성, 오개념

I. 서론

공교육 내실화를 구현하는 교실 수업을 실천하기 위해서는 무엇보다도 교사의 수업 전문성 제고를 지원하는 활동이 강조되어야 한다(교육인적자원부, 2002). 교육인적자원부는 학교 현장의 교수·학습 방법 개선의 필요성을 인식하고, ‘공교육 진단 및 내실화 대책’의 일환으로 ‘교수학습센터’를 설치·운영하게 하였다(이화진 외, 2004). 교수학습센터는 중앙·시·도·학교 간의 연계 체제를 구축하여 교수·학습 방법 개선 및 체계적이고 효율적인 자료 개발과 보급 및 활용을 전담하는 기구로서, 교육인적자원부 기본 계획(2002. 7)에 따르면 중

앙 단위에 한국교육과정평가원이 운영하는 ‘KICE 교수·학습개발센터’¹⁾, 시·도에는 ‘시·도 교수학습지원센터’, 단위 학교 또는 지역교육청에는 ‘교수학습도움센터’를 운영하도록 되어 있다.²⁾

한국교육과정평가원이 운영하는 ‘KICE 교수학습개발센터’는 설립 이래로 다양한 교육용 콘텐츠 중에서도 교사의 전문성 발달을 지원하는 ‘교사 센터’로서의 입지를 강화해 오고 있다. 여기서 교육용 콘텐츠는 단순히 수업과 평가에 활용되는 즉시적 자료뿐만 아니라 (1) 학교의 제도와 문화에 대한 아이디어와 정보, (2) 교육과정과 교과서 관련 연구물과 자료, (3) 교사 전문성 향상 프로그램과 자료, (4) 수업에서 활용되는 각종 아이디어와 자료, (5) 수업 이외의 활동에서 활용할 수 있는 각종 아이디어와 자료 등을 망라하는 개념이라고 할 수 있다. 즉, 교육 활동과 관련된 정보와 내용물이라면 그 형태나 내용에 상관없이 교육용 콘텐츠라고 할 수 있다(한국교육과정평가원, 2005).

차기 교육과정 개정 작업이 진행되고 있는 현 시점에서 ‘교육과정 - 교수·학습 - 평가’로 연결되는 현장 지원 서비스의 현황을 점검하고, 교육용 콘텐츠 중장기 개발 계획을 수립할 필요가 있다. 그동안의 교육용 콘텐츠 개발은 자료 개발 위주의 관행으로 인해 개발 이후의 관리와 공급 소홀 등의 문제점과 함께 현장 교사들의 수요 조사가 미흡하여 현장의 요구가 제대로 반영되지 못했다는 지적이 있었다(한국교육과정평가원, 2005). 교사 전문성 제고에 기여할 수 있도록 질 높은 교육용 콘텐츠 개발이 이루어지려면 먼저 콘텐츠 개발에 대한 교사들의 수요 조사가 필요하다. 이를 토대로 향후 RD&D(Research, Development and Diffusion) 전략이 수립되어야 할 것이다.

한국교육과정평가원(2005)에서는 교육용 콘텐츠의 여러 유형과 현재까지 개발된 교육용 콘텐츠 분석 결과를 기초로 하여 향후 교육용 콘텐츠의 개발에서는 크게 학생 중심, 내용과 방법의 종합, 실생활과의 연계, 교사 전문성 신장 등에 초점을 맞추어 개발·보급할 것을 제안하였다.

이러한 다양한 교육용 콘텐츠 중에서 본 연구에서는 과학 교사 전문성 신장에 초점을 맞춘 교육용 콘텐츠 개발 방안을 수립하기 위해 현장 교사들의 수요를 파악하고자 한다. 교사 센터로서 한국교육과정평가원 ‘KICE 교수학습개발센터’는 교사 전문성 신장을 지원하기 위해 교사를 위한 장학·연수 프로그램 개발과 교사를 위한 교수·학습 자료 개발에 주력해 오고 있다(이화진 외, 2005). 이러한 맥락에서 본 연구에서는 향후 개발·보급되어야 할 과학과 교사용 교육용 콘텐츠에 대한 교사들의 수요를 파악하기 위해 교사 재교육에 대한 요구

1) KERIS(한국교육학술정보원), KEDI(한국교육개발원), KRIVET(한국직업능력개발원), KISE(국립특수교육원) 등이 중앙 단위 협력기관으로 참여함.

2) 2004년부터는 교육인적자원부의 이러닝 지원 사업과 연계하여 교수학습센터 사업이 추진되고 있음.

와 수업 자료에 대한 요구를 조사하고자 한다.

내실 있는 과학과 교육 발전은 내실 있는 과학 수업에서 시작되며, 내실 있는 과학 수업은 전문성을 갖춘 과학 교사로부터 비롯된다(Wenglinsky, 2000; 한국교육과정평가원, 2002). 현장 교사의 수업 전문성 제고를 지원할 수 있는 교육용 콘텐츠가 되려면 교사와 학생의 요구에 대한 자료 기획과 개발이 이루어져야 할 것이다. 본 연구의 목적은 앞서 언급한 과학과 교육용 콘텐츠 중 교사 전문성 향상을 위한 콘텐츠를 중심으로 현장 교사들의 수요를 파악하려는 것이다. 이러한 현장 요구를 토대로 과학과 교육용 콘텐츠 중장기 개발 방안을 제안하고자 한다.

Ⅱ. 연구 방법 및 절차

본 연구에서는 내실 있는 과학 교육 발전을 위한 교육용 콘텐츠 개발 방향을 현장의 과학 교사들이 가장 필요로 하는 현직 교육 영역과 교육용 콘텐츠 내역을 중심으로 살펴본다.

현장에서 필요로 하는 과학과 교육용 콘텐츠의 경우에는 2005년 6월부터 7월 사이에 한국교육과정평가원 교수학습개발센터(KICE-TLC)에서 초·중등 교사를 대상으로 실시한 향후 교육용 콘텐츠 개발 관련 요구조사 결과를 분석한 것이다.³⁾

구체적인 분석 내역과 자료 출처를 제시하면 다음과 같다.⁴⁾ 설문조사는 전국의 100개 학교를 무작위로 추출하여 학교 규모에 따라 각 학교별로 5~10부의 설문지를 동봉하여 총 1,000부를 발송하였으며, 이 가운데 413부가 회수되었다.

3) 이 조사는 크게 객관식 설문과 주관식 설문으로 구분되었는데, 객관식 설문에서는 온라인 수업 관찰·분석 프로그램에서 구현되어야 할 메뉴, 수준별 수업 활성화를 위해 필요한 제도·지원·여건, 수업에 필요한 교수·학습 자료 확보 방법 등을 질문하였다. 객관식 설문 결과와 설문지는 한국교육과정평가원(2005)을 참조하기 바란다.

4) 본 연구는 한국교육과정평가원에서 2005년도에 실시한 ‘교육용 콘텐츠 중장기 개발 계획 수립 연구(한국교육과정평가원, 2005)’의 일부분으로 수행된 것으로, 본 논문에서는 연구 결과 중 과학과 교육용 콘텐츠 중장기 개발 계획 수립과 관련된 부분에 국한하여 논의한다. 전체 설문지와 구체적인 연구 성과는 한국교육과정평가원(2005)을 참조하기 바란다.

〈표 1〉 본 연구의 분석틀

분석 내역	세부 항목	자료 출처
과학 교사들의 현직 연수 참여 현황과 현직 연수에 대한 요구	<ul style="list-style-type: none"> • 과학 교사들의 현직 연수 참여 현황 <ul style="list-style-type: none"> - 지난 3년간 현직 연수 영역별 필요 수준 및 강조 - 중등 과학 교사들이 현직 연수에 참여한 시간 - 최근 3년간 다양한 현직 연수에 참여한 교사의 비율 • 가장 필요로 하는 현직 교육 영역 	심층면담, 설문조사
현장에서 필요로 하는 과학과 교육용 콘텐츠	<ul style="list-style-type: none"> • 교사가 가르치기 어려워하는 주제 • 학생이 이해하기 어려워하는 주제 • 과학 주제별로 나만의 효과적인 지도 방법 • 학교 현장에 개발·보급되어야 할 자료 제안 	설문조사

먼저 현직 연수에 대한 참여 현황과 요구를 파악하기 위해 413명의 중등 과학 교사들을 대상으로 설문조사한 결과를 분석하였다. 설문조사를 통한 연수 참여 현황 파악에 추가하여 과학 교사들이 가장 필요로 하는 현직 교육 영역을 조사하기 위해 동료 교사들로부터 추천 받은 6명의 교사들과 심층면담을 실시하였다. 면담에 참여한 6명의 교사들은 크고 작은 교사 모임의 동료 교사들로부터 추천을 받은 교사들이다. 이들의 공통점은 경력과 무관하게 과학 교사로서의 전문성 개발을 위해 끊임없이 노력하고 있다는 점이다. 개별 교사와의 심층면담은 평균 1시간 정도 소요되었으며, 면담 자료는 녹음하여 전사하였다. 면담에 참여한 과학과 교사들의 배경 정보를 제시하면 다음과 같다.

〈표 2〉 면담 참여 교사들의 배경 정보

ID(성별)	전공	교직 경력
A(남)	지구과학	14년
B(여)	화학	14년
C(남)	물리	12년
D(남)	지구과학	19년
E(남)	물리	22년
F(여)	생물	9년

현장에서 필요로 하는 과학과 교육용 콘텐츠를 파악하기 위해 설문조사 결과 중 과학과 주 관식 설문 문항에 국한하여, (1) 교사와 학생이 교수·학습하기 어려워하는 과학 주제들, (2) 과학 주제별로 현장 교사들이 소개하는 나만의 효과적인 지도 방법, (3) 현장 교사들이 요구하는 교육청이나 교육 연구기관에서 개발하여 학교 현장에 보급해야 할 자료 등을 분석하고자 한다. 이러한 분석 결과를 토대로 과학과 교육용 콘텐츠 중장기 개발 방안을 제안하고자 한다.

현장의 과학 교사들이 소개하는 과학 주제별 교수·학습 방법은 학생들이 어려워하는 과학 내용을 지도하기 위하여 교사가 오랜 경험을 통하여 터득한 것이다. 또한 현장 교사들이 교육관련 기관에서 개발하여 보급해 달라고 하는 자료는 교사의 수업 전문성 제고를 위해 요구되는 것이기도 하다. 즉, 이들 세 가지는 상호 긴밀하게 연계된 것으로 현장의 과학 교육 발전을 위한 시사점을 내포하고 있다. 따라서 설문조사 결과를 분석하여 향후 교육청이나 교육 관련 연구기관에서 지향해야 할 과학과 중장기 교육용 콘텐츠 개발 방향을 설정하고자 한다.

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

연구 결과를 과학 교사들의 현직 연수 참여 현황 및 요구와 현장에서 필요로 하는 과학과 교육용 콘텐츠로 구분하여 살펴보고자 한다.

1. 과학 교사들의 현직 연수 참여 현황과 현직 연수에 대한 요구

과학 교사들을 위한 장학·연수 프로그램 개발 방향을 설정하기 위해 교사들의 현직 연수 참여 현황과 가장 필요로 하는 현직 연수에 대한 요구를 조사하였다. 먼저 설문조사를 통하여 드러난 과학 교사들의 현직 연수 참여 현황을 살펴보면 다음과 같다.

1) 과학 교사들의 현직 연수 참여 현황

설문조사를 통하여 과학 교사들의 현직 교육(연수) 경험과 관련된 자료를 수집하였다. 즉, 여러 연수 영역을 주고, 각 연수 영역에 대하여 중등 과학 교사들이 지난 3년간 느낀 필요 수준과, 최근 3년 동안 각 연수 영역별로 실제로 강조된 수준을 보고하게 하였다(<표 3> 참조).

〈표 3〉 현직 연수 영역별 필요 수준 및 강조

현직 교육(연수) 영역	필요 수준 사례 수(%)	강조 수준 사례 수(%)
과학(학습)에 대한 학생들의 흥미·관심을 높일 수 있는 교수·학습 방법 익히기	292(70.7)	156(37.8)
탐구 지향적인 교수 전략의 활용 방법 익히기	285(69.0)	155(37.5)
학생들의 과학 개념이나 사고방식 이해하기	277(67.1)	126(30.5)
나의 과학 내용 지식을 심화하기	272(65.9)	146(35.4)

현직 교육(연수) 영역	필요 수준 사례 수(%)	강조 수준 사례 수(%)
과학 수업에서 기술·공학(ICT) 활용 방법 익히기	269(65.1)	142(34.4)
학생들의 과학 학습을 평가하는 방법 익히기	254(61.5)	89(21.5)
특별한 요구를 지닌 학생들(학습부진아, 영재아 등)이 포함된 학급을 대상으로 과학을 가르치는 방법 익히기	247(59.8)	65(15.7)
합계	413(100.0)	413(100.0)

<표 3>에서 볼 수 있듯이, 최근 3년간 중등 과학 교사들이 가장 필요로 했던 연수는 과학(학습)에 대한 학생들의 흥미·관심을 높일 수 있는 교수·학습 방법 익히기(70.7%), 탐구 지향적인 교수전략의 활용 방법 익히기(69.0%), 학생들의 과학 개념이나 사고방식 이해하기(67.1%), 나의 과학 내용 지식을 심화하기(65.9%) 등인 것으로 나타났다.

한편, 지난 3년간의 현직 연수에서 관련 활동의 강조 수준에 대한 중등 과학 교사들의 평가결과를 살펴보면, 학교급이나 과학 전공영역을 막론하고 중등 과학 교사들은 지난 3년간의 현직 연수에서 ‘과학(학습)에 대한 학생들의 흥미·관심을 높일 수 있는 교수·학습 방법 익히기(37.8%)’, ‘탐구 지향적인 교수전략의 활용 방법 익히기(37.5%)’, ‘나의 과학 내용 지식을 심화하기(35.4%)’, 과학 수업에서 기술·공학(ICT) 활용 방법 익히기(34.4%) 등이 많이 강조된 것으로 나타났다. 한편, 상대적으로 낮은 비율인 15.7%의 교사들이 ‘특별한 요구를 지닌 학생들(학습부진아, 영재아 등)이 포함된 학급을 대상으로 과학을 가르치는 방법 익히기(15.7%)’가 강조되었다고 응답하였다.

한편, 3년 전 중등 과학 교사들이 필요로 했던 연수(전문성 개발) 영역과 최근 3년 동안의 각 연수 영역별로 실제로 강조된 수준을 비교해 보면, 약간의 불일치가 발견된다(<표 3> 참조). 3년 전 중등 과학 교사들이 가장 필요로 했던 연수는 과학(학습)에 대한 학생들의 흥미·관심을 높일 수 있는 교수·학습 방법 익히기(70.7%)였으며, 그 다음으로는 탐구 지향적인 교수전략의 활용 방법 익히기(69.0%), 학생들의 과학 개념이나 사고방식 이해하기(67.1%) 등의 순이었다. 그러나 실제로 최근 3년간 현직 연수에서 강조된 수준을 살펴보면, 모든 현직 연수 관련 활동에서 중등 과학 교사들의 필요 수준에 비해 실제로 강조된 수준은 절반 이하인 것으로 나타났다. 즉, 일반적으로 특정 영역의 연수가 상당히 많이 필요하다고 응답한 과학 교사들 중 절반 정도만 해당 영역이 제대로 강조되었다고 보고하였다. 결국 특정 영역에 대한 전문성 개발의 필요성을 강하게 느낀 교사들이 해당 영역을 강조하는 전문성 개발(현직 연수) 경험을 충분히 제공받지 못하였음을 알 수 있다. 실제 연수에서 해당 영역의 강조 수준이 교사들의 요구 수준의 50% 이하인 연수 영역은 ‘학생들의 과학 개념이나 사고방식 이해하기’, ‘학생들의 과학 학습을 평가하는 방법 익히기’, ‘특별한 요구를 지닌 학생

들이 포함된 학급을 대상으로 과학을 가르치는 방법 익히기' 등이었다. 특히 이들 세 영역에서는 현재의 교사 연수가 교사들의 요구를 만족시키지 못하고 있음을 시사한다. 구체적으로 살펴보면, 과학(학습)에 대한 학생들의 흥미나 관심을 높일 수 있는 교수·학습 방법 익히기에 대하여 70.7%의 교사들이 현직 연수의 필요성을 느꼈지만, 이 교사들 중 실제 연수에서 이 영역이 강조되었다고 느낀 교사들은 37.8%에 불과하였다. 특히, '학생들의 과학 개념이나 사고방식 이해하기'에 대한 필요 수준은 69.0%였음에 비해, 강조 수준은 30.5%에 불과한 것으로 교사들은 인식하고 있었다.

교사들이 현직 연수에서 특정 영역이 강조된다고 느낄수록 그 영역에서의 실제 교수활동을 변화시킬 가능성이 더 크다고 한다(Weiss et al., 2001). 이러한 맥락에서 볼 때, 현직 연수에서의 전반적인 강조 수준이 낮으므로 현직 연수가 실제 교수활동에 미치는 영향은 다소 낮을 것으로 추정된다. 또한, 최근 3년 동안과 최근 1년 동안에 실제로 최근 3년간 35시간 이상(매년 12시간 이상) 연수를 받은 사람이 45.5%에 불과하다는 점을 감안하면(<표 4> 참조), 특정 연수 영역에 대한 교사들의 요구 수준과 실제 연수에서의 강조 수준 간의 격차는 연수 참여 시간의 부족 때문일 가능성도 있다. 현직 연수에 참여한 시간이 5시간 이하인 중등 과학 교사들이 각각 37.8%와 20.3%에 달하는 등 교사들의 전반적인 현직 연수 참여 시간 부족과, 연수 내용 측면에서 교사 수요 반영의 미흡 등을 고려할 때 현직 연수의 효과가 실제로는 더 낮을 것임을 예상할 수 있다.

<표 4>는 중등 과학 교사들이 지난 1년 또는 3년간 현직 연수에 참여한 시간과 참여 비율을 나타낸다. <표 4>에서 볼 수 있듯이 최근 3년 동안 45.5%의 교사들이 35시간 이상, 즉 매년 12시간 정도의 현직 연수를 받았음을 알 수 있다.

<표 4> 중등 과학 교사들이 최근 1년 또는 3년간 현직 연수에 참여한 시간

연수 참여 시간	최근 1년 동안 사례 수(%)	최근 3년 동안 사례 수(%)
0	125(30.3)	69(16.7)
5시간 이하	31(7.5)	15(3.6)
6~15시간	29(7.0)	17(4.1)
16~35시간	36(8.7)	35(8.5)
35시간 이상	79(19.1)	188(45.5)
모름/무응답	113(27.4)	89(21.5)
합계	413(100.0)	413(100.0)

한편, 최근 1년 동안 또는 최근 3년 동안 어떤 종류의 현직 연수나 교육도 받지 않은 교사가 각각 전체의 30.3%와 16.7%에 달한다. 무응답이나 모른다고 응답한 교사를 제외하고,

실제 응답자 중에서 지난 1년 동안 아무런 연수도 받지 않은 교사는 약 42%에 달한다. 과학 교사 전문성의 구성요소 중 하나는 교사로서의 전문성 개발을 위해 끊임없이 노력하는 자세라고 한다(한국교육과정평가원, 2002). 이러한 맥락에서 볼 때, 아무런 현직 교육이나 자기 개발의 노력 없이 한 해를 보내는 교사들에 대한 개선 방안이 요구된다. 무엇보다 이러한 교사들을 현직 교육이나 연수로 끌어들이 수 있는 동기 부여가 선행되어야 할 것이다.

다음 <표 5>는 중등 과학 교사들이 최근 3년간 참석한 전문성 개발 활동의 유형을 보여준다. <표 5>에서 볼 수 있듯이, 중등 과학 교사들이 가장 많이 참여한 전문성 개발 활동으로는 다른 교사의 수업을 관찰한 것이었으며(65.6%), 그 다음으로 과학 수업(교육)과 관련된 워크숍에 참여한 것이었다(37.5%). 현직에 나온 다음 대학(원)에서 과학 교육과 관련된 과목을 수강하거나(27.6%), 과학 과목을 수강하거나(26.9%), 과학 교수활동과 관련된 이슈들을 공부하고 논의하기 위하여 정기적으로 지역 내의 다른 교사들과 만나는 것(26.6%)도 중등 과학 교사들이 통상적으로 참여하는 전문성 개발 활동인 것으로 나타났다.

<표 5> 최근 3년간 관련 현직 연수에 참여한 중등 과학 교사의 비율

연수 영역	사례 수(%)
공식적이거나 비공식적으로 전문성 개발의 일환으로 다른 교사의 수업을 관찰하였다.	271(65.6)
과학 수업(교육)과 관련된 워크숍에 참여하였다.	201(48.7)
전국적이거나 지역적인 과학 교사 모임에 참여하였다.	155(37.5)
대학(원)에서 과학 교육과 관련된 과목 수강(학부에서 수강한 과목은 제외)	114(27.6)
현직에 나온 다음에 대학(원)에서 과학 과목 수강(학부에서 수강한 과목은 제외)	111(26.9)
과학 교수활동과 관련된 이슈들을 공부하고 논의하기 위하여 정기적으로 지역 내의 다른 교사들과 만났다.	110(26.6)
과학 교수활동과 관련된 이슈들을 해결하기 위하여 다른 지역에 있는 교사들과 인터넷을 통해 협력하였다.	89(21.5)
학교나 지역 교육청의 공식적인 요청을 받아서 다른 교사를 지도하였다(교생 지도 제외).	40(9.7)

교사들은 이러한 다양한 수업전략을 배울 수 있는 방법으로 남의 수업을 참관하는 것이 굉장히 중요하다고 지적하였다(한국교육과정평가원, 2005). 따라서 수업 관찰의 확산은 바람직한 방향으로 보이며, 과학과의 경우 중·소 규모의 교사 모임 참여도 확산되고 있는 추세이고, 교사들의 대학원 진학이나 대학으로의 파견 근무 비율도 늘어나고 있음을 알 수 있다.

2) 과학 교사들이 가장 필요로 하는 현직 연수

교직이 전문직으로서의 위상을 유지하려면 해당 분야의 발전 과정을 따라잡아야 한다. 따라서 설문조사 결과에 추가하여 심층면담을 통하여 과학 교사들이 가장 필요로 하는 현직 연수 영역을 살펴보았다.

가) 내용 연수

현직 과학 교사의 전문성 개발을 위해 가장 필요로 하는 현직 연수가 무엇인지를 질문하였을 때, 교사들은 자신의 과학 내용 지식을 심화할 수 있는 연수가 필요하다고 응답하였다.

그런 건 어려워요. 분자생물학 쪽에서는 계속 따라 가려고는 하는데, 최신 업데이트된 내용이 어렵죠. 예를 들어서 줄기 세포 연구의 경우, 배아줄기 세포와 성체줄기 세포를 구분할 수 있어야 되잖아요. 그런데 깊숙이 자주 들어가다 보면 잘 모르는 내용이 나온단 말이지요. …… 그런데 내가 완벽하게 이해하지 못하면 아이들한테 제대로 이해할 수 있게 설명을 해줄 수가 없잖아요. 그렇게 최신 업데이트된 내용에 대한 교육의 필요성을 많이 느껴요. (F교사)

교사가 “내용을 완벽하게 이해하지 못하면 아이들이 이해할 수 있도록 제대로 설명해 줄 수가 없다.”는 F교사는 “빨리 빨리 업데이트되는 교과 내용 영역에 대한 교육이나 연수의 필요성을 절실하게 느낀다.”고 호소하였다. 의사를 비롯하여 모든 전문 직종이 경험한 것을 반추하고 지속적으로 공부를 하듯이, 당연히 과학 교사도 과학과 관련된 교과공부를 끊임없이 해야 하지만, 지금은 “교과공부를 못하든가 안하는 시스템이 있다는 것이 문제라고” 지적하였다(E교사, A교사).

화학의 경우에는 눈에 안 보이는 게 많고 어렵고 복잡한 내용이 많아서 내용 영역으로 깊이 들어가게 되면 교사가 공부를 해서 찾아야 되는 상황이 된다는 B교사는 심화된 전공 교과 내용 지식 부분에서 모르고 답답할 때 기댈 수 있는 장치나 시스템이 마련되어야 한다고 주장하였다.

화학이 눈에 안 보이는 게 많아서, 화학전지 같은 것은 내용학적으로도 어렵고 복잡해요. 그래서 깊이 들어가면 들어갈수록 오리무중이에요. 잘 몰라요. [웃음] 그래서 내가 잘 모르니까 아이들 앞에서 최소한으로 가르쳐야 되는 필수적인 부분만 가르치고 깊이 들어가면 내가 공부를 해서 찾아야 되는 상황이 되는 거죠. …… 그렇게 전문적인 지식 부분에서는 답답할 때가 많아요. 기댈 수 있는 데가 대학교수밖에 없으니까. (B교사)

빠르게 업데이트되는 교과 내용 지식에 대한 연수와 함께 현장 과학 교사들은 학생들이나 과학 교사가 가지고 있는 오개념들에 대한 연수도 필요하다고 지적하였다(A교사, B교사). 학

생들은 물론 과학 교사들이 흔히 가지고 있는 오개념을 반추해 봄으로써 과학 교사의 전공 내용지식도 심화시킬 수 있을 뿐만 아니라, 학생들의 과학개념 접근방법도 파악할 수 있게 된다는 것이다.

그런데 당장 필요로 하는 연수는 그런 게 있으면 좋겠어요. 아이들이 가지고 있는 오개념이나 교사가 가지고 있는 오개념들을 위주로 짚 좀 전문가가 과학 고등학교 교사도 괜찮고, 교수도 괜찮고 그런 사람들이 집중적으로 한번 짚 해줄 수 있는 그런 연수는 굉장히 가고 싶어요. 교사들도 하다가 궁금하거나 이상한 게 많거든요. 그런 걸 모아서 제대로 해 줄 수 있는 강사가 있는지는 모르겠어요. (B교사)

나) 수업 방법 연수

현직 과학 교사의 전문성 개발을 위해 필요로 하는 또 하나는 수업 방법에 대한 연수이다. “모든 교수·학습 방법의 가장 기본은 학생들이 좀 더 잘 학습할 수 있도록 도와주기 위한 도구”라고 설명하는 F교사는 수업을 좀 더 풍성하게 할 수 있도록 새롭고 다양한 수업 전략이 계속 필요하다고 주장하였다.

고등학교 1학년 수업에서는 좀 더 다양한 전략이랄까, 다양한 뭔가를 알아야 될 것 같아요. 내가 쓰는 게 몇 번 쓰고 나면 닳아 없어지는 느낌이 들어요. 그래서 새로운 자원이 계속 필요한 것 같아요. …… 그러니까 그 당시에는 최선의 방법이라고 생각을 하기 때문에 어떨 때는 조별활동을 시키고 어떨 때는 강의 수업을, 작년에는 그렇게 했거든요. 그런데 올해 생각해 보면 그것보다 더 좋은 방법이 있는 것 같더라고요. 그러니까 그런 또 다른 방법을 찾아보게 되거든요. (F교사)

교사들은 초임 때는 “그냥 내가 가르치는 것이 모두 좋은 교수전략이어서 아이들이 이해하는 줄 알고 가르친다”고 말하면서, 교사는 끊임없이 자신의 수업목적과 의도에 적합한 수업 방법을 탐색하고 연구해야 한다고 주장하였다(F교사, E교사).

초임 때는 교수전략을 모르고 그냥 내가 가르치는 것이 모두 좋은 것이겠거니 하고 가르쳤어요. 아이들이 이해하는 줄 알고, 잘못된 교수전략이죠. …… 그러니까 만약 내가 초임 교사고 누군가가 내게 연수를 해준다면 그런 교수전략에 대해서 새로운 얘기들이 있으면 가서 좀 들어보고 싶어요. (E교사)

현장 교사들이 과학에 대한 학생들의 흥미와 관심을 높이기 위해 익히고 싶어 하는 교수·학습 방법으로는 (1) 학생들의 동기유발 기법, (2) 질문법을 통하여 학생들의 사고를 전개하고 이끌어 나가는 방법, (3) 학생들을 토론에 참여시키고 이끌어 나가는 방법 등이었다.

먼저, 과학 교사들은 수업 도입부에서 문제제기를 할 때 학생들의 동기를 유발할 수 있는 기법을 배우고 싶다고 지적하였다. 동기유발이 된다면 수업의 80%는 성공했다고 말하는 A교사는 동기유발 기법이 제일 중요하다고 설명하였다.

초기에 일종의 뭐라고 하지, 문제제기할 때 학생들이 딱 끌려올 수 있는 그 부분, 동기 유발 부분, 그 부분에 대한 기법이나 방법 같은 것들이 더 다양하게 많다면 그런 부분들을 한번 쪽 전체적으로 그냥 리뷰해볼 수 있다면 정말 좋겠죠. (A교사)

질문법의 경우, 많은 과학 교사들은 “학생들의 사고를 진행시켜 나가고, 정교하게 만들어주기 위해 어떤 질문을 던지고, 어떻게 질의응답을 이끌어 나가는지를 배우고 싶다.”고 지적하였다.

우리가 항상 실험을 할 때도 한걸음 더, 생각해 보기 이런 것들이 들어가기는 하는데, 처음에 딱 들어갈 때 던지는 질문 같은 걸 별로 생각해 보지 않은 것 같아요. …… 개념을 도입할 때 그때 이제 누가 어떤 식으로 도입하는지, 그러니까 질문으로 이렇게 이렇게 해서 아이들의 사고를 자주 진행시켜 나가고, 정교하게 만들어 주는 그런 것, …… 그게 굉장히 필요하다고 생각하거든요. 제가 그런 부분을 잘 못하니까, 그런 부분을 좀 알고 배우면, 만약 누구 수업이 그런 식으로 잘 한다더라고 하면 가서 어떻게 하는지 한번 보고 나도 따라해 볼 수 있을 것 같아요. (B교사)

새로운 개념을 가르치거나 개념 변화 수업을 시도할 때 교사들은 “학생들을 토론시켜 가는 방법”을 배우고 싶다고 지적하였다(B교사). 특히 과학에서는 협동학습을 많이 하게 되는데, 각종 수업 방법이나 전략에는 “별 것 아닌 것 같으면서도 남여 성별차 고려나 조편성 등등을 포함하여 주의해야 되고, 중요한 것들이 꽤 있다.”고 지적하였다(A교사).

특히 과학 교사는 집단학습을 시킬 때의 효과가 좋은데 그때 뭘 조심해야 되고 주의해야 되고, 그런 것들에 대한 것, 협동학습할 때 그런 내용들은 전문적으로 가르쳐야 되는데, 왜냐면 과학에서는 협동학습을 굉장히 많이 하게 되는데, 거기서 남여 성별차, 조 편성 등등을 포함해서 연수가 꼭 필요하죠. (A교사)

교사들은 이러한 다양한 수업전략을 배울 수 있는 방법으로 “남의 수업을 참관하는 것이 굉장히 중요하다.”고 설명하였다. 즉, 남의 수업을 보고 다양한 접근방법이나 팁을 얻어낼 수 있을 것이라고 지적하였다(B교사, E교사).

다) 학생들에 대한 이해

교수·학습 방법과 연계하여, “초임 때는 교수전략을 모르고 중학교 아이들한테 상대성이론 이런 것도 가르쳤다.”는 E교사는 학생들에게 수업내용을 이해하게 하려면 학생에 대한 이해가 필요하다고 지적하였다.

초임 때는 교수전략을 모르고 그냥 내가 가르치는 것이 모두 좋은 것이겠거니 하고 그 때 중학교에서 3년 있었는데, 아이들한테 상대성이론 이런 것도 가르쳤어요. 아이들이 이해하는 줄 알고, 잘못된 교수전략이죠. …… (E교사)

학생들의 과학 개념이나 사고방식을 비롯하여 교사가 학생을 잘 이해하지 못할 경우, 학생들이 전혀 이해할 수 없는 수준과 내용으로 가르치거나 문제를 어렵게 내는 경향이 있다고 한다. A교사는 대부분의 초임 교사들은 “내가 다 가르쳤는데 뭐가 어려워요.”라고 반문하면서 문제를 어렵게 냈다가 학생들의 결과에 당황하곤 한다고 지적하였다.

초임 때는 학생들의 과학 개념이나 사고방식 이해하기, 학생을, 학생 수준을 잘 이해를 못해요. 관심은 있는데, 학생들 오개념에 관련된 것들, 요즘은 실제로 학부 때 오개념에 대해서 지도되는지 모르겠는데, 지도가 안 되다 보니까 학생을 이해 못하죠. 그래서 문제를 어렵게 낸다든지, 이거 아이들이 어려워한다고 말해도 초임 교사들은 모르죠. 그런 연수가 필요하죠. (A교사)

라) 최신 이론과 연구 동향

대학원 세미나나 학회에 참석하는 일부 교사들은 “최신 과학 교육 연구동향이나 최신 이론” 등과 관련된 연수도 필요하다고 지적하였다.

대학원 세미나에서 오고가는 대화를 들어보니까 기존의 선행연구들에 대한 얘기들과 거기 있는 대학원생들의 앞으로 연구하고 싶은 얘기들이 오고가는데 나는 그게 진짜 도움이 되었어요. 그 얘기 자체가 아니라 그걸 들을 때 ‘아 나는 이렇게 하는 게 좋겠다. 이렇게 해보자’라는 아이디어를 얻는다는 거죠. 나는 대학원의 세미나를 가고 싶어요. 아니면 시간이 허락한다면 학회에 가고 싶어요. (E교사)

현장 교사들의 경우 “내 나름대로 생각해서 가르치고는 있지만, 사실 학문적 근거가 미약하거나 없는 것이 현실”이어서 활용하고 있는 교수전략의 효과나 학문적인 근거에 대한 연수를 받으면 도움이 될 것이라고 주장하였다(B교사, E교사). 즉, 막연하게 신념만 가지고 특정 교수·학습 방법이나 전략을 믿고 실천하기보다는 연구결과를 토대로 이론적 기초를 가지고 가르칠 수 있다면 자신감이 생길 것이라고 지적하였다.

그 다음에 실제로 석사 공부할 때는 듣는 과목들이 그렇게 크게 도움이 된다고 생각은 안 했는데, 끝나고 보니까 나름대로 과학 교육 쪽의 과목들을 듣는 것도 가르치는 데 약간의 자신감이라고 할까, 내가 하고 있는 것에 대한 진짜 이론적 기초를 제공해 주는 그런 부분이 있었던 것 같아요. 그래서 그런 것들도 좀 필요하다는 생각이 들어요. (B교사)

설문조사 결과와 심층면담 결과를 종합해 보면, 최근 3년간 중등 과학 교사를 대상으로 한 현직 연수의 경우, 특정 영역에 대한 전문성 개발의 필요성을 강하게 느낀 교사들이 해당 영역을 강조하는 현직 연수 경험을 거의 제공받지 못한 것을 알 수 있다. 현직 연수에서 교사들이 해당 영역이 강조된다고 느낄수록 교사들이 그 영역에서의 실제 교수활동을 변화시킬 가능성이 더 크다는 점을 고려할 때, 교사들이 필요로 하는 연수영역과 실제 연수영역 간의 괴리를 극복하기 위한 노력이 요구된다. 과학과의 경우, 학교급이나 과학 전공영역을 막론하고 중등 과학 교사들이 가장 필요로 하는 현직 연수는 과학(학습)에 대한 학생들의 흥미·관심을 높일 수 있는 교수·학습 방법 익히기이다. 이는 ‘학생들이 수업 내용을 이해할 수 있도록 도와줄 수 있는 수업 방법’과 그러한 수업 방법을 파악하기 위해서는 ‘학생들에 대한 이해’가 필요하다고 주장한 심층면담 결과와도 일관되는 것이다. 이러한 현장 교사들의 수요는 지금의 과학 교육 위기에도 맞물려 있는 것으로, 학생들의 이해도나 흥미를 높일 수 있는 과학 수업이 가능하도록 각종 지원이 요구된다(이범홍 외, 2005). 따라서 현장 교사들이 필요로 하는 연수 프로그램을 개발하여 제공해야 할 것이다.

2. 현장에서 필요로 하는 과학과 교육용 콘텐츠

현장 과학 교사들이 필요로 하는 과학과 교육용 콘텐츠의 내역을 살펴보기 위하여 (1) 교사와 학생이 교수·학습하기 어려워하는 과학 주제들, (2) 과학 주제별로 현장 교사들이 소개하는 나만의 효과적인 지도 방법, (3) 현장 교사들이 요구하는 교육청이나 교육 연구 기관에서 개발하여 학교 현장에 보급해야 할 자료 등을 분석하고자 한다.

1) 교사와 학생이 교수·학습하기 어려워하는 과학 주제들

교사가 지도하기 어렵고 학생이 이해하기 어려워하는 과학 주제들을 과학영역별로 정리하면 다음 표와 같다.

〈표 6〉 교사와 학생이 어려워하는 과학과 교수·학습 주제

영역	교사가 가르치기 어려워하는 주제	학생이 이해하기 어려워하는 주제
물리	전자기(19), 힘과 운동(13), 전기(전류, 저항, 전 회로, 전압 등)(12), 파동(반사와 굴절)(11), 빛(빛의 성질, 합성, 굴절 등)(10), 관성(2), 운동(직선, 포물선 운동, 원운동 등)(4), 마찰과 공기저항(3), 현대 물리(2), 핵물리	전자기(16), 힘과 운동(42), 전기(35), 일과 에너지(60), 파동(10), 빛(6), 관성(2), 속도와 가속도, 운동량 보존 개념(2), 충격량(2), 현대 물리, 열역학
화학	물질의 구조(원자, 원소, 분자, 이온 등)(27), 오비탈(5), 물질의 세 가지 상태(2), 용해도(2), 전해질과 비전해질(2), 산염기 반응, 몰 개념, 열역학, 화학 반응식, 화학평형의 법칙, 화학 결합, 물질관	원자와 분자 개념(10), 용해도(8), 화학 반응(4), 탄소화합물(4), 분자의 운동(3), 오비탈(3), 몰 개념(3), 기체반응의 법칙(3), 화학 반응식(2), 이온(2), 전해질(2), 원자(분자)원소의 구별, 산과 염기, 이온화식, 분자모형
생물	세포분열(12), 생물의 분류(5), 유전(DNA 복제, 전사, 번역 등)(3), 염색체(3), 식물의 구조와 기능(2), 광합성의 명반응과 암반응(2), 신경계(2), 생식, 세포와 세포 소기관, 소화, 호르몬, 생태계, 생명공학	체세포와 생식세포 분열(12), 유전(8), 광합성(5), 생물의 분류(2), 신경계(2), 유전자와 형질 발현, 염색체, 세포내 호흡, 자극의 전달, 현대 유전학, 생명공학 기술, 진화, 호르몬의 종류와 기능, 무성생식, 유성생식
지구 과학	태양계의 운동(행성의 시운동 등)(54), 판구조론(3), 암석의 구분(3), 별자리 관찰과 별자리(2), 달의 위상변화, 일식과 월식, 구름 발생 과정, 지질구조, 단열팽창, 전향력, 온대저기압의 발생과정, 기압, 지진도 해석	천체의 운동(20), 지구와 우주(5), 달의 운동(2), 지구의 운동(2), 별의 운동(2), 좌표계, 별과 우주, 별의 밝기와 등급, 행성의 겉보기 운동 및 위상 변화, 이슬점과 습도(2), 별의 일생, 망원경의 사용, 전선에서의 날씨변화, 대기의 단열 변화, 일기도 해석, 중력장

※ () 안의 수치는 응답한 교사 수를 나타냄.

교사와 학생이 이러한 과학 주제들을 어려워하는 이유를 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 과학의 경우 전반적으로 추상적이고, 눈으로 관찰하고 몸으로 느끼기 어렵기 때문에 학생들이 이해하는 데 어려움을 겪는다고 한다. 학생들은 경험을 통해 확인된 내용을 습득하려는 경향이 있으므로 가시적 학습매체를 사용하지 못하는 경우(예 : 분자의 세계, 에너지의 이동 등) 학생들이 어려워한다고 지적하였다.

- 내용이 추상적이라서 용해도 곡선부분을 어려워한다.
- 생물의 유전자와 형질발현에서 유전자의 추상적인 개념을 형질발현과 연계시키는 부분을 학생들의 어려워한다.
- 현대 유전학의 경우, 눈으로 직접 확인할 수 없는 추상적인 내용이 많기 때문에 어려워한다.

둘째, 물리의 에너지, 힘과 운동, 관성, 전기와 전류, 화학의 용해도 등은 학생들의 일상생활에서 비롯된 오개념이 너무나 확고해서 학생들이 좀처럼 자신의 기존 생각을 바꾸려하지 않기 때문에 교수·학습하기가 어렵다고 한다.

- 에너지의 경우, 생활 속에서 비롯된 오개념들이 많기 때문에 수업 이후에도 오개념을 지우기 어렵다.
- 운동에서 특히 오개념이 많다. 학생들은 물체의 작용하는 힘의 방향과 속도의 방향을 항상 동일하다고 생각하는 경향이 있다.
- 전기 단원은 오개념이 많은 단원이며, 오개념이 굳건히 머릿속에 자리 잡고 있어 기존의 자신의 생각을 바꾸려하지 않는다.

셋째, 과학에서 제시되는 표나 그래프 등 자료 해석을 어려워한다고 한다. 특히 물리의 운동에서 속도와 가속도를 그래프상의 기울기와 연결하지 못해서 어려워하고, 그래프를 보고 계산하는 부분을 학생들이 특히 어려워한다고 한다.

- 물리의 운동에서 실험결과가 정량적 데이터로 나와 있을 때 정량적 자료를 학생들은 표나 그래프로 나타내고 해석하는 데 익숙하지 못해서 어려워한다.
- 시간-속도 그래프를 보고, 식을 세워 계산하는 내용에서 기울기의 의미를 속도, 가속도와 연결하지 못하고, 실제로 그려보거나 해보지 않고 그냥 외우려 한다.

넷째, 물리의 전자기, 지구과학의 천체의 운동이나 좌표계 등 공간 지각력을 요하는 내용을 이해하는 데 어려움을 겪는 것으로 나타났다.

- 천체의 운동(달의 운동, 지구의 운동 등)의 경우, 공간적인 감각이 없는 학생들은 평면으로 되어있는 교과서만으로는 이해를 잘 못한다.
- 내행성과 시행성의 운동은 공간개념이 들어가므로 광활한 우주(하늘)의 3차원 세계를 2차원적 평면에서 객관적인(우리는 우주, 태양계, 지구에 속해 있는데 그들의 운동을 떨어져서 객관적으로 설명하고 이해하기가 어렵다.) 상황에서 이해하는 것이 힘들다.
- 물리의 전자기에서 공간개념을 이해하기 어렵다.

다섯째, 일부 교사들은 학생들이 과학개념 학습을 어려워하는 것은 전반적인 용어와 어휘 등에 대한 이해 부족 때문이라고 설명하였다. 학생들이 영어나 한문으로 표기된 낱말의 뜻을 몰라서 사전적인 설명이 필요하다고 주장하였다.

- 과학사(특히 화학)는 기초개념 부족으로 어려운 용어에 대한 학습이 부족하다.
- 화학에서 분자의 개념을 도입하기 위해 ‘원자’ 및 ‘원소’의 개념을 같이 도입해서 설명하다 보면 어려워한다.
- 현대 유전학의 기본 개념과 용어가 생소하기 때문에 어려워한다.
- 생물의 세포분열이나 염색체의 단계별 변화, 광합성 등에 나오는 용어 자체가 어렵다.
- 물리의 빛에서도 어려운 용어 때문에 이해를 잘 못한다.

여섯째, 학생들은 또한 계산위주의 문제를 어려워하는 것으로 나타났다. 수학에 대한 부담감이 크고, 각종 공식을 어려워한다고 지적하였다.

- 물리 운동 부분에서 학생들이 암기보다 계산해야 할 부분이 많은 것에 대한 거부감이 있다.
- 물리 일에서 수식을 세우는 과정을 부담스러워 하고 수식을 계산하는 능력이 부족한 학생들이 많다.
- 물리의 전기 부분은 수학적인 사고력, 계산력이 요구되므로 어려워한다.
- 화학의 산과 염기에서 복잡한 화학식과 계산식 때문에 어려워한다.
- 화학의 용해도 등의 계산식을 세우고 풀이하는 단원은 문제를 정확히 이해하고 식을 세워 풀이를 해야 하는데, 학생들이 문제의 의미를 정확하게 파악하지 못한다. 기본적인 수학 계산능력이 불충분한 상태에서 과학적으로 이해하고 적용하는 것을 어려워한다.

일곱째, 과학에서는 학생들이 특히 실험을 어려워한다고 한다. 일단 실험을 많이 하지 못하기 때문에 학생들 스스로 주제와 결론을 찾아내기가 어렵고, 사고하기와 탐구하기를 싫어하므로 탐구능력도 떨어진다고 지적하였다.

과학 교사들이 필요로 하는 교수·학습 콘텐츠를 파악하기 위해 교사가 생각하기에 가르치기 어렵고, 학생들이 학습하기 어려워하는 과학 주제들, 즉 난개념(難概念)을 조사하였다. 이는 이러한 주제를 중심으로 교사를 위한 교육용 콘텐츠를 개발함과 동시에 그러한 난개념 지도를 지원할 수 있는 방법에 대한 시사점을 얻기 위한 것이다. 즉, 과학 교사들이 가르치기 어려워하는 난개념이나 과학영역을 파악하고, 교사와 학생이 특정 과학 주제를 어려워하는 이유를 파악함으로써 난개념 지도를 극복할 수 있는 방안을 도출하고자 하였다. 즉, 교사가 가르치기 어려워하고 학생들이 학습하는 데 어려움을 겪는 부분을 지원할 수 있는 과학과 교육용 콘텐츠를 개발하여 지원해야 할 것이다. 한편, 현장 교사들이 소개하는 효과적인 지도 방법에서 난개념 지도 방법에 대한 시사점을 일부 얻을 수 있을 것이므로, 과학 주제별로 교사들이 제안하는 효과적인 지도 방법을 살펴보고자 한다.

2) 과학 주제별로 나만의 효과적인 지도 방법

학교 현장의 과학 교사들이 학생들의 과학개념 이해를 돕기 위해서 나름대로 활용하고 있는 나만의 효과적인 지도 방법을 서술하게 하였다. 과학의 각 영역별로 현장 교사들이 소개한 효과적인 지도법의 사례를 몇 가지 소개하면 다음 표와 같다.

〈표 7〉 과학과의 효과적인 지도 방법 예시

주제	과학과의 효과적인 지도 방법 사례
전류	전하, 전류, 저항, 전기에너지, 회로, 전하량보존, 전압 등을 물의 흐름, 물분자, 물레방아, 수로, 수압 등으로 개념을 이해시킨다.
오비탈- 전자가 발견될 확률 분포	오비탈을 이해시키기 위해 어떤 학생이 평소에는 학교, 집, 도서관 그리고 주 일에는 교회 그리고 방학 때는 할머니 댁, 하와이 여행(아주 가끔) 등을 하는데 학생이 발견될 확률이 학교와 집 주변에서는 높고, 교회, 할머니댁, 하와이 등에는 낮다는 사실을 예로 들어서 전자가 발견될 확률 분포를 오비탈이라고 설명한다.
염색체	역할극을 한다. 4명 정도를 선정하여 각 염색체의 이름을 부여하고, 교사의 내레이션에 따라 염색체의 이동모습을 재현하게 한다. 이때, 염색체를 단순한 덩어리로 생각하는 학생들에게 굵은 털실을 묶쳐서 전체 모습을 보여주고, 한 줄로 풀었을 때 염색사의 모습, 털실 1줄 속에 들어 있는 가는 실들을 DNA 사슬로 설명하여 염색체가 복잡하게 된 DNA 사슬 덩어리라는 것을 이해시킨다.
단열팽창과 압축	저·고기압 설명 시 공기의 접촉과 압축으로 온도가 내려가고 올라가는 것을 차안에 사람이 10명이 들어가면 (이때 더워지지만) 압축이 되고(단열압축), 반대로 2명이 남고 8명이 내리면 압축되었던 몸을 펴면서 시원해진단(단열팽창)은 비유로 설명한다.

현장 교사들이 말하는 효과적인 지도 방법 사례는 교사의 지도상의 어려움을 해소하고 학생들의 과학 내용 이해를 돕기 위해 각 교사가 오랜 경험을 통해 터득한 것이다. 즉, 이러한 과학과 현장 지도 사례들은 앞서 논의한 교사와 학생이 특정 과학 주제를 어려워하는 이유와도 관련성이 있다. 설문조사를 통해 수집된 과학 교사들의 효과적인 지도 방법 사례들을 몇 가지 유형으로 분류하면 다음과 같다.

첫째, 가상 시뮬레이션을 사용해서 설명한다. 과학의 경우, 추상적인 내용은 말로만 설명할 경우 학생들이 어려워하므로, 현상세계에서 거시세계와 미시세계로 나아갈 수 있는 연결고리를 제공할 수 있도록 컴퓨터 그래픽이나 가상 시뮬레이션 등을 활용하게 된다고 한다.

둘째, 각종 동영상이나 그림 자료, 영화 등을 활용한다. 학생들이 일상생활 속에서 체험하

는 것이라고 하더라도 과학내용 맥락에서 다시 재조명해줌으로써 현상 뒤의 과학 원리를 파악할 수 있게 된다고 한다.

셋째, 비유를 활용하거나 학생들에게 친숙한 주변의 실생활 속 사례를 활용한다. 구체적인 비유 사례를 예시하면 다음과 같다. 과학 수업은 실제로 우리가 무의식적으로 많이 경험하고 있으므로 실생활과 접목시켜 설명하면 과학에 대한 학생들의 흥미와 이해가 제고된다고 설명하였다. 실생활과 관련되고 응용될 때 내용 이해가 잘 되는데 실생활과 동떨어져 있는 내용을 현실감 없이 머릿속의 지식으로만 가르치게 되면 학생들이 어려워한다고 한다. 특히 생물과 관련된 내용은 학생들의 실생활이나 신체와 관련된 부분이 많으므로 가장 쉽게 학생의 흥미를 불러일으킬 수 있다고 한다. 항상 수업 주제와 관련된 최신 시사 내용(예 : 과학 동아), 쉽게 이해할 수 있는 의학서적을 이용해 학생들과의 밀접한 관련성을 상기시켜 주는 것이 효과적인 생물수업 지도 방법이라고 설명하였다. 일례로, 세포호흡이나 기초대사량을 설명할 때, ‘올바른 다이어트’ 방법과 연계시켜 설명하면 학생들이 쉽게 이해한다고 한다.

넷째, 구체적인 활동이나 구체물을 고안해 내어 학생들이 직접 체험하고 눈으로 확인할 수 있게 한다(즉, hands-on activity).

다섯째, 학생들의 동기를 유발하고 학생들의 사고를 자극할 수 있는 적절한 질문을 던진다.

현장 교사들이 말하는 효과적인 지도 방법을 살펴보면, 추상적인 과학 개념을 이해할 수 있는 징검다리로 비유, 실생활 사례, 가상 시뮬레이션, 동영상이나 그림 자료, 구체물 등을 주로 활용하고 있음을 알 수 있다. 따라서 과학과 교육용 콘텐츠 개발에서도 이러한 요구를 반영하여 자료 개발 유형을 결정하고, 학생들이 추상적인 과학과 실생활 간의 연관성을 파악하고, 과학을 배워야 할 필요성을 파악할 수 있도록 주제별로 적절한 동기유발 질문들을 발굴하여 제공해야 할 것이다.

3) 교육청이나 교육 연구기관에서 학교현장에 개발·보급해야 할 자료

현장 과학 교사들이 제안한 교육청이나 교육 연구 기관에서 학교현장에 개발해서 보급해야 할 자료를 (1) 교수·학습 (수업지도) 자료, (2) 평가 관련 자료, (3) 교사의 수업 전문성 개발 관련 자료 등으로 나누어 분석하면 다음과 같다.

먼저, 수업과 관련된 교수·학습 자료의 경우, 실험 관련(각종 탐구·실험실습 자료, 실험실습 동영상 자료, 실험장치 제작 보급 등) 자료(93명)에 대한 수요가 가장 많았다. 그 다음으로는 가상 실험 등과 같은 ICT 자료(42명), 수준별 자료(26명), 주제별 소책자 자료(22명), 비디오 영상 자료(19명), 각종 그림(화보, 사진, 궤도) 자료(12명), 이론의 실생활 관련/적용 사례(10명), 주제별, 수준별로 학습동기와 흥미 유발 자료(8명) 등에 대한 수요가 많았다. 기타 의견으로는 단위별 추천 자료, 웹사이트 주소록, 단위별 읽을거리 자료, 주제별 학생들의

오개념 자료집, 발문기법 자료 등을 개발해서 보급해 줄 것을 요청하였다.

평가 관련 자료의 경우 수행평가 자료(25명), 문제은행 DB 자료(16명), 논술 평가 자료(2명) 등에 대한 수요가 많았다.

교사의 수업 전문성 개발을 지원하기 위한 자료의 경우에는 최신 과학내용이나 이론(줄기세포 연구, 아리랑2호, 최신 물리학의 흐름 등)을 담은 자료집(42명), 동영상 편집기 등 첨단 매체 활용법(30명), 주제별로 다양하고 효과적인 수업 방법(14명), 교수·학습지도안과 같은 상세한 수업 자료(13명), 최신 교육이론(9명), 수업모형별 또는 외국의 수업 동영상 자료(5명) 등의 순으로 개발하여 보급해 줄 것을 제안하였다.

수업 자료와 관련하여 현장의 과학 교사들은 획일화된 수업 자료나 지도안은 의미가 없고, 언제 어디서든 교사의 필요에 맞게 재구성할 수 있도록 다양한 자료를 제공하여 수업에 맞추어 활용할 수 있도록 해야 한다고 주장하였다. 이 밖에 수업 자료와 관련하여 소수 의견으로 개념별 선수학습 평가 자료, 과학사 관련 자료 등을 개발해서 보급해 달라고 제안하였다.

IV. 결론 및 제언

향후 내실 있는 현장 과학 교육을 구현하기 위해 교육관련 기관에서 교육용 콘텐츠 개발 방향과 내역을 설정할 때는 현장 교사들의 수요를 적극적으로 반영해야 한다. 교사 연수와 교육용 콘텐츠 개발에 대한 현장의 수요 분석 결과를 토대로 과학과 교육용 콘텐츠 중장기 개발 방안을 제안하면 다음과 같다.

첫째, 교사 중심의 수업 자료에서 학생 중심의 학습 자료로 전환해 나가야 한다. 교사들이 지도하는 데 어려움을 겪는 주제와 현장 교사들이 말하는 효과적인 지도 방법을 분석해 보면, 학생의 수요에 부합하면서 학생의 이해를 도울 수 있는 주제 제시 방법이 요구됨을 알 수 있다. 즉, 현장 교사들의 수요 조사로부터 교사 주도의 수업 자료가 아니라 학생들의 능동적 학습과 깊은 이해를 이끌어내는데 적절한 학생 눈높이에 맞춘 자기주도적 학습 자료 개발이 활성화되어야 함을 파악할 수 있었다. 과학과의 경우, 향후 개발하여 보급해야 할 학생 중심 교육용 콘텐츠로는 학생들의 오개념 자료, 학습자의 학습방법 연구에 기초한 학습 자료, 학습부진아를 위한 자기주도적 학습 자료, 동기유발 자료 등이 있을 수 있다. 또한 과학과 평가문항 DB를 구축하여 학생들 스스로 다양한 유형과 내용에 따른 평가문항을 검색하여 활용할 수 있도록 해야 할 것이다.

둘째, 과학 내용과 수업 방법이 따로 분리된 자료가 아니라 내용과 방법이 종합된 자료로

전환해 나가야 한다. 지금처럼 수업 내용이나 수업 방법 중 어느 하나에만 초점을 맞춘 자료가 아니라, 수업 내용과 방법이 잘 결합된 내용 교수법(pedagogical content knowledge) (Shulman, 1986; 1987)에 기반을 둔 자료 개발이 필요하다(Gess-Newsome, 1999). 본 연구를 통하여 과학과의 경우에는 주제별 교수·학습 자료 및 수업모형 자료집, 다양한 교수·학습 이론을 직접 적용한 수업 동영상 DB 구축, 주제나 개념별 다양한 수업 아이디어 모음집 등에 대한 현장 교사들의 수요가 높음을 확인할 수 있었다. 특히 과학과에서는 교사가 가르치기 어려워하고 학생이 쉽게 이해하지 못하는 난개념을 지도하기 위한 다양한 교수·학습 방법을 개발해야 한다(오필석, 2005). 다른 교과와 마찬가지로 과학과의 경우에도 하나의 과학 개념을 지도하는 방법이 매우 다양할 수 있으며, 다양한 지도 방법이 요구된다. 학생들이 과학에서 다루어지는 주요 개념들을 학습해야 한다는 당위성을 감안한다면, 과학과의 난개념과 관련된 문제는 그것을 지도하기 위한 다양한 방법들을 구안하고 적용해 보는 실천적인 노력을 통해서 해결되어야 할 것이다.

셋째, 즉시적 자료에서 교사의 수업 전문성 신장을 지원하는 자료로 전환해야 한다. 지금까지의 자료 개발은 교사들의 수업 능력 제고를 고려하지 않은 채, 필요와 편의만을 고려한 ‘주어지는’ 자료에 치중해 온 경향이 있었다. 이제는 교사들에게 ‘고기를 잡아주기보다는 고기 잡는 방법’을 안내하는 전문성 신장 프로그램 개발이 요구된다. 최근 들어 학생 성취에 미치는 교사 변인의 중요성이 널리 인식됨에 따라 교사의 전문성 발달에 대한 관심은 세계적인 추세가 되고 있으며(Wenglinsky, 2000), 향후 교수학습센터는 교사의 교수 능력 제고를 위한 핵심 기능을 담당해야 할 것이다.

본 연구를 통하여 과학 교사들은 교사의 전문성을 높여 나갈 수 있도록 과학 교육학 및 내용학 연수 프로그램, 수업 컨설팅 프로그램, 교육과정 재구성 프로그램, 과학과 평가문항 개발 프로그램 등에 대한 수요가 높음을 알 수 있었다. 따라서 과학 교사의 수업 전문성과 평가 전문성 신장을 지원할 수 있는 각종 현직 교육 프로그램을 개발하여 온라인으로 보급함과 동시에 오프라인 연수를 통해서도 보급해 나가야 할 것이다. 한편, 현장 교사들은 점수를 부여하는 형태의 연수보다는 각 대학에 위탁 연수과정을 개설하여 대학의 전공과정을 연계된 수강할 수 있도록 해달라고 요청하였다(이화진 외, 2004). 장기적으로는 희망하는 교사들이 관련 대학의 전공과정을 수강할 수 있는 통로를 만들어 주거나 한국교육과정평가원과 같은 연구기관에서 ‘과학과 수업컨설팅 전문 요원 양성’이나 ‘과학과 교육과정 현장 적용 교육’ 등과 같은 교육기관이나 연수기관의 역할을 담당함으로써 이론과 실천의 간극을 줄이도록 노력해야 할 것이다.

무엇보다 교수·학습 자료, 수업 동영상, 평가문항 등을 막론하고 실제적인 자료 개발과 함께 기존 자료를 DB화하는 작업이 요구된다. 즉, 이미 개발된 자료들의 출처와 소재를 파

악하여 교사들에게 알려주는 작업도 요구된다(이화진 외, 2003). 미국의 아이젠하워 정보센터(Eisenhower National Clearinghouse: www.goenc.com)를 벤치마킹하여 과학과 교육용 콘텐츠를 확보하여 DB를 구축하고 질평가를 해주는 국가수준의 자료 집배 센터가 필요하다. 특히 온라인상의 웹자료를 되도록 많이 확보하여 교사들이 직접 접속하여 활용할 수 있도록 해야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 교육인적자원부(2002). **공교육 내실화를 위한 교수·학습 방법 개선 지원 방안**.
- 오필석(2005). '난개념'(難概念) 지도를 위한 **교육용 콘텐츠 개발**. 미발간 원고.
- 이범홍·김주훈·이양락·홍미영·이미경·이창훈·신일용·심재호·곽영순(2005). **과학과 교육과정 개선 방안 연구**. 한국교육과정평가원 연구보고 RRC 2005-7.
- 이화진 외(2003). **KICE 교수학습개발센터 콘텐츠 관리·운영**. 한국교육과정평가원 연구보고 RRI 2003-1.
- 이화진·오은순·송현정·윤천택·전효선·강대현·곽영순·한지영·유정애·김윤희·양종모·장연자·이윤·강신천·김명화·김완수(2004). **2004 KICE 교수학습개발센터 콘텐츠 개발·운영**. 한국교육과정평가원 연구보고 RRI 2004-1.
- 이화진·송현정·강대현·권점례·곽영순·이윤·유정애·이경언·양윤정·홍선주(2005). **2005 KICE 교수·학습 콘텐츠 개발·운영**. 한국교육과정평가원 연구보고 RRI 2005-1.
- 한국교육과정평가원(2002). **과학과 교육 내실화 방안 연구-좋은 수업 사례에 대한 질적 접근**. 한국교육과정평가원 연구보고 RRC 2002-4-5.
- 한국교육과정평가원(2005). **교육용 콘텐츠 중장기 개발 계획 수립 연구**. 한국교육과정평가원 연구보고 CRI 2005-2-6.
- Gess-Newsome, J. (1999). Pedagogical Content Knowledge: An Introduction and Orientation. In J. Gess-Newsome. & N. G. Lederman (eds.), *Examining Pedagogical Content Knowledge* (pp. 3-20). Kluwer Academic Publishers.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1-21.
- Weiss, I. R., Smith, P. S., & Malzahn, K. A. (2001). *The Presidential Award for Excellence in Mathematics and Science Teaching: Results from the 2000 National Survey of Science and Mathematics*. Horizon Research, Inc.: NC.
- Wenglinsky, H. (2000). *How teaching matters: bringing the classroom back into discussions of teacher quality*. Princeton, NJ: Educational Testing Service.

• 논문접수 : 2006년 3월 15일 / 수정본 접수 : 2006년 5월 15일 / 게재 승인 : 2006년 5월 24일

ABSTRACT

Research on the Plan of Science Educational Contents Development

- Professional Development and Teaching and Learning Resources Necessary
for Science Teachers -

Young-Sun Kwak

(Research Fellow, Korea Institute of Curriculum & Evaluation)

The purpose of this study is to explore in-service training areas and teaching resources necessary for science teachers through surveys and teacher interviews. To establish a long-term developmental plan for educational contents in science education, we investigated (1) science topics that teachers and students have difficulty in teaching and learning, (2) effective teaching methods for certain topics that in-service teachers utilize, and (3) resources that the local boards of education and research institutions should develop and provide for schools using open-ended response items. Science teachers reported that they need in-service training in such areas as deepening teachers' own content knowledge and teaching methods, understanding student thinking, and exploring the latest teaching theory and research trend. Secondary science teachers' highest demands for in-service training was learning how to motivate students for science learning. We also analyzed why teachers and students have difficulty in teaching and learning of certain topics in each science area. Based on the analysis results of teachers' demands for in-service training and educational contents development, the plan and direction of mid- and long-term science educational contents development were suggested.

Key Words : educational contents, science teacher, teacher training, teacher professionalism, misconception