

04 연계성 비판

교육과정 작성자들간에 의사소통 필요하다

글_ 김재우 서울 문창중학교 교사 kiks66@chol.com

중 학교 과학의 물리 과정 중에서 사용되는 빛, 힘, 파동, 운동, 전기, 에너지 등의 기본 개념들이 과학 과목내에서 학년별로 어떻게 배치되어 있으며 그 관련성은 어떠한가, 또한 타교과목에서는 이러한 개념들이 어느 학년에서 어떻게 편성되어 있는지 그 연계성들을 살펴보자.

과학(물리)에서 다루어지는 직류와 교류, 전압과 저항, 전류의 개념, 옴의 법칙은 9학년 기술·가정에서 거의 그대로 반복 학습하게 된다. 둘째, 거의 같은 자료들이 기술과 과학에서 반복된다. 예를 들어 기술과의 보충자료에서 제시되는 전류와 물의 비유, 가정의 전기 요금 계산은 각각 2학년의 전기 단원과 3학년의 전류의 작용 단원의 본문에서 거의 그대로 제시되고

있어 반복된다. 셋째, 전류와 전압의 측정도 중복되는 부분인데, 기술·가정과에서는 회로시험기를 이용하여 전류, 전압, 저항의 측정을 모두 다룬다는 점이 과학과 차이를 보인다. 오히려 과학에서는 아직도 전류는 전류계로, 전압은 전압계를 사용하여 현실과 괴리감이 있다. 이들이 졸업 후 어디에서 이러한 전류계와 전압계를 볼 것인가.

같은 개념을 교과별로 불필요하게 반복

〈표 1〉은 9학년 전기·전자 기술 단원에서 제시되는 물리 관련 개념으로 과학에서 제시되는 8학년의 전기와 9학년의 전류의 자기 작용의 학습과는 중복되는 면이 있음을 보여준다. 7차 교육과정에서는 힘과 운동의 분리뿐만 아니라 전기도 2개 학년으로 나누어졌다. 기존에 한 개의 단원이었던 전기와 전류의 작용을 양분하여 2학년에는 전기를, 3학년에는 전류의 작용을 배치하였다. 이러한 이유 때문에 전기 관련 학습과 관련하여 과학과 기술·가정에서 상당한 반복 학습이 필연적으로 발생하게 된다.

구체적인 내용을 살펴보면 첫째, 8학년

〈표 1〉 전기관련 개념들의 과목별 학년별 배치

과목	8학년		9학년	
	1학기	2학기	1학기	2학기
과학		<ul style="list-style-type: none"> - 마찰전기 - 정전기유도 - 전류와 전자의 흐름 - 전하의 보존 - 옴의 법칙 - 저항의 직렬, 병렬 연결 		<ul style="list-style-type: none"> - 전력과 전력량 - 자기장 - 도선 주위의 자기장 - 자기장 속에 전류가 받는 힘
기술·가정			<ul style="list-style-type: none"> - 발전의 종류 - 전기회로의 전류, 전압 - 옴의 법칙 - 저항의 연결 - 전력, 전력량 	

다음 <표 2>는 체육 교과서 중 하나에 역학 관련 단원에 제시된 개념들을 서술한 것이다. 이 교과서의 내용을 살펴보면 중학교 과학과에 제시되는 물리 단원과 는 다음과 같은 차이가 존재함을 알 수 있다. 첫째, 7학년 과학(물리)에서 제시하는 힘의 종류와 9학년 체육에서 제시하는 힘의 종류에 차이가 있다. 둘째, 8학년 과학에서 속도는 제시하지 않고, 빠르기로서의 속력과 방향을 따로 언급하는데 비하여 9학년 체육에서는 속도의 용어와 개념을 언급하고 있다. 셋째, 가속도 용어는 8학년 과학에서는 다루지 않는데, 9학년 체육에서는 용어와 내용이 도입된다. 넷째, 9학년 과학에서는 지레에 대하여 주로 1종 지레만 다루는데 비하여 9학년 체육에서는 2종, 3종 지레를 모두 언급하고 있다.

개념에 대한 이해보단 암기 강요하는 꼴

빛 개념은 3차 교육과정 개정 시 중학교에서 제외되었다가 7차 교육과정에 다시 나타난 것이다. 7학년 1학기에 제시된 빛 내용은 빛의 직진, 반사, 굴절, 색의 합

성 등을 다룬다. 1학기 생물 단원에서는 현미경의 사용법을 배우는데, 현미경의 종류에 따라 상의 모습이 바뀌는 것을 거의 설명하지 않는다. 8학년 1학기에는 광합성을 학습하면서 빛에너지 개념을 학습하지만, 빛의 성질과는 무관하게 주로 광합성 작용의 산물, 과정 등의 학습에 치중하는 경향이 있다.

빛 단원에서 빛의 본질을 다루지 못하

고 있기 때문에 현상의 제시에만 그치고 있다. 9학년 2학기 지구과학 단원에서는 일식, 월식 등을 다루면서 빛과 그림자 개념을 천체 수준에서 적용하는 것을 다룬다. 이 때는 빛의 직진과 광원의 크기에 따라 달라지는 본 그림자, 반 그림자의 개념이 중요하다. 하지만 중학교에서 제시되는 빛 단원의 경우 그림자에 대한 취급을 소홀히 하고 있어, 학생들이 천체 수준

<표 2> 체육과의 물리 관련 개념과 과학(물리)과의 비일관성

대단원	단원명	취급 내용	과학(물리)에서 제시되는 시기	과학(물리)에서의 차이점
운동의 역학적 원리	인체에 작용하는 힘	근력	7학년 6학년 7학년	물리적 개념이 아님
		중력		용어는 제시하지 않고 내용만 다름
		부력 마찰력		
	힘의 효율적 활용	중심과 안정 관성능률 인체의 기계작용	9학년	다루지 않음 다루지 않음 대부분 1종 지레만 다룸
속도와 가속도	속도	8학년	용어 제시하지 않음	
	가속도 중력가속도	8학년 8학년	용어 제시하지 않음 용어 제시하지 않음	
운동의 법칙	관성의 법칙	8학년	용어 제시하지 않음	
	가속도의 법칙 작용·반작용의 법칙	8학년 •	용어, 내용 모두 다루지 않음	

<표 3> 빛 개념의 학년별 과학내 영역별 연계성

학년	7학년		8학년		9학년	
	1학기	2학기	1학기	2학기	1학기	2학기
물리	- 직진 - 반사 - 굴절 - 색의 합성 - 전반사					
화학					- 불꽃 반응과 원소들의 특유의 색	
생물	- 현미경의 사용		- 광합성	- 눈의 구조와 시각		
지구과학			- 빛의 직진을 이용한 지구의 둘레 측정 - 망원경을 이용한 별의 관측 - 별의 밝기와 등급			- 일식과 월식의 원리 - 달의 위상변화

에서 일어나는 일식과 월식에 대한 이해에 어려움을 겪는다. 이러한 사실 역시, 7~9학년 곳곳에서 나타나는 빛의 개념들이 연계성을 고려하여 학습되지 못하고 있다는 것을 말하여 준다.

파동 개념도 빛 개념과 마찬가지로 제7차 교육과정에 처음으로 등장하는 개념이다. 파동 개념이 현대 물리학에서 차지하는 비중을 생각하면 당연하다고 할 수 있다. 하지만 중학교 교육과정에서 파동 개념의 도입은 심각한 문제를 가지고 있다. 기존에 존재하는 단원에서 사용하는 파동 관련 개념들과의 연계성 부재가 그 원인이다.

〈표 4〉에 보인 바와 같이, 물리로서의 파동 개념은 7학년 2학기 때 처음으로 제시되는데 비하여 그 실제적인 응용이라고 할 수 있는 지진파는 중학교 과학의 1단원에서 제시되기 때문이다. 종파와 횡파의 구분과 물리적 의미를 제시하지 못한 채, S파가 횡파인데 액체를 통과하지 못한다는 것을 먼저 제시하고, S파가 통과하지 못하는 부분이 있으므로 지구 내부에는 액체 상태의 층상 구조가 존재한다는 식으로 학습이 이루어진다. 이러한 학습 순서는 왜 학생들이 횡파는 액체를 통과하지 못하는지 알려 주지 않는다. 앞서 언급한 교과서 제시 단원의 순서가 준용

된다고 할 때 학생들은 개념의 논리 순서와는 반대로 학습하게 되어, 그 이유를 모른 채 암기 학습을 강요받고 있다.

에너지 개념은 과학의 중요한 기본 개념 중의 하나로 다양한 분야에서 사용되고 있다. 〈표 5〉에서 보는 바와 같이 과학의 전영역에서 사용되고 있다고 해도 과언이 아니다. 초등학교에서 에너지의 다양한 종류와 그 작용이 제시되면 이를 기초로 7학년 1학기에는 상태변화에서 열에너지 출입, 7학년 2학기에는 한류와 난류에서 열에너지 개념, 파동 에너지, 호흡과 관련된 생활에너지 등이 제시된다. 9학년 2학기에는 과학과에서 전기의 열작용과



체험학습하는 학생들 : 제7차 교육과정에 맞춰 다양한 현장 체험활동을 할 수 있도록 꾸며진 전남 곡성군 '곡성체험학습장'에서 학생들이 체험활동을 하고 있다 (2004년 3월 12일).

〈표 4〉 파동 개념의 학년별 과학내 영역별 연계성

학년	7학년		8학년		9학년	
학기	1학기	2학기	1학기	2학기	1학기	2학기
물리		- 종파와 횡파 - 소리의 높이와 세기 - 파동의 전달 관찰				
화학						
생물			- 귀의 구조와 소리의 인식			
지구과학	- 지진파			- 판의 충돌과 지진		

〈표 5〉 파동 개념의 학년별 과학내 영역별 연계성

학년	7학년		8학년		9학년	
학기	1학기	2학기	1학기	2학기	1학기	2학기
물리		- 파동에서 전달되는 것 - 소리의 세기와 진폭			- 역학적 에너지 - 역학적 에너지의 보존	- 전류의 열작용 - 전력량과 전기에너지
화학		- 물질의 상태 변화와 열에너지				
생물		- 호흡과 생활 에너지				
지구과학		- 난류와 한류			- 증발과 응결	

관련하여 열에너지 발생과 관련하여 전력량, 전기에너지의 계산 등을 다시 다룸으로써 전기 에너지와 관련 학습이 중복되고 있다. 이러한 중복 학습에도 불구하고 학생들은 과학과 기술·가정에서 다룬 내용들이 서로 연관되지 않은 별개의 것으로 생각하는 경향이 짙다. 따라서 교육과정 개정시에 이러한 점을 고려하여 통합된 에너지 지도 방향이 반영될 수 있도록 할 필요가 있다.

과학교과내에서조차 연계성 안 보여

중학교 물리 관련 단원의 과학내 및 타 과목 연계성을 살펴 본 결과 다음과 같은 결론을 내릴 수 있다. 첫째, 물리에서 사용되는 주요 개념들은 이미 타교과에서도 많이 사용되고 있으나 개념들간의 관련성 및 개념 배치를 과목별로 살펴보았을 때

특별한 의도를 가진 연계성이 없이 제시되고 있다. 이러한 연계성의 부재는 과학 교과내에서도 발견된다.

둘째, 과학에서는 개념은 제시하되 용어는 제시하지 않는다는 철학이 교육과정에 명시적으로 나타나 있는데 다른 과목에서는 이러한 과학과의 의도와는 관계없이 많은 용어가 사용되고 있다.

셋째, 기술·가정과 겹치는 부분이 전기에서 특히 많이 기술 교육과정 개선시 한국물리학회 차원에서 위에서 언급한 부분을 고려하여 협동적 개정작업을 해야 할 것이다.

넷째, 체육과에서도 운동과 관련된 과학적 원리를 다룰 때 화학, 생물 등의 타 과학과와 협의를 통하거나 공식적인 학회 차원에서 ‘운동의 물리’와 같은 홍보용 시범 비디오를 제작하여 배포하는 등의

사업을 벌일 필요가 있다. 이러한 대상이 되는 예로서 의학의 물리, 스포츠의 물리, 경제의 물리 등을 들 수 있으며, 이러한 노력은 다양한 영역에서 과학의 효용성을 적극적으로 보여줄 수 있을 것이다.

연계성의 부재는 교육과정 작성자들간의 상호 의사소통이 없었다는 것을 반증하는 것이다. 이는 과학을 배우는 학생들과 이를 지도하는 교사들의 혼란을 초래하게 되어 과학 학습의 비효율성으로 이어질 수 있으므로, 교육과정 제작시 보다 많은 시간과 인력을 투입하여 국가적 차원에서 정리할 필요가 있다고 생각한다. ㉓



글쓴이는 서울대학교 과학교육과에서 박사학위를 받았으며 한국물리학회 논문상을 수상했다.