

탐구수업 지도자료

- 학 년 고등학교 1학년
- 단 원 이제는, 우리 모두가 환경을 생각할 때
- 소 단 원 4장 탐구수업 모형
- 제 목 탐구수업 모형
- 대표 저자 박종석(경북대학교)
- 공동 저자 김수정(경북대학교)
김영신(경북대학교)
임성민(대구대학교)
정 철(대구대학교)

이 자료는 서울대학교 과학교육연구소가 교육인적자원부의 과학교육연구기관으로 지정받아 수행하고 있는 「탐구·실험 중심의 과학교육 활성화를 위한 연구개발 사업」의 일환으로 개발되었습니다.



서울대학교 과학교육연구소

Seoul National University Science Education Research Center



제 4 장

「환경」 단원 관련 탐구수업 모형



환경 단원과 STS 학습지도

제7차 과학과 교육과정에서는 에너지, 물질, 생명, 지구와 같은 지식 영역을 탐구를 통하여 학습하도록 하되, 모든 단원에서 환경과 실생활 소재를 바탕으로 하여 학생들이 스스로 자기 주변의 문제를 해결하고 과학이 우리 일상생활과 밀접하게 관련되어 있음을 알도록 학습지도할 것을 제시한다. 「환경」 단원은 전통적인 에너지, 물질, 생명, 지구와 같이 학문영역별로 구분한 단원이 아니며 고등학교 1학년 과학 교과에서만 등장하는 단원으로서, 어느 단원보다 ‘과학이 기술의 발달과 사회의 발전에 미치는 영향을 바르게 이해한다’는 과학교육목표 또는 과학-기술-사회(STS) 교육과 관련 깊다. 즉, 기본적인 과학 개념에 대한 이해와 탐구 능력을 바탕으로 실생활 주변에서 일어나는 다양한 문제상황에서 문제해결과 의사결정을 할 수 있는 능력을 함양하도록 지도하기 위하여 가장 적합한 단원이라고도 할 수 있다. 따라서 「환경」 단원의 학습지도는 STS 교육의 학습지도방안을 충분히 고려해야 할 것이다.

STS 교육이란 학문중심 교육과정에 대한 대안으로서 1980년대 이래 과학교육의 새로운 접근이라고 할 수 있다. STS 교육에 대한 명확한 학문적 정의는 합의하기 어려우나, 미국과학교사협회에 의하면 STS 교육은 인간의 경험적 맥락에서 과학을 가르치고 학습하는 것으로서 다음과 같은 특징으로 그 성격을 묘사할 수 있다(NSTA, 1982).

- ① 과학, 기술, 사회의 상호 관련성을 다룬다.
- ② 인간의 경험적 맥락에서 이루어진다.
- ③ 과학적 소양의 함양을 추구한다.
- ④ 각종 의사결정과 문제해결력을 중시한다.
- ⑤ 만인을 위한 과학을 추구한다.

이와 같은 과학교육의 대안적인 접근은 전통적인 과학수업방법에 비해 새로운 학습지도 접근을 요구하게 된다. Yager & Tamir(1993)는 STS 학습지도방법과 전통적 수업방법과의 차이를 다음과 같이 요약하기도 한다.

- 보다 학생 중심이다.
- 학생들의 다양성에 따른 개별화와 개인화가 필요하다.
- 다양한 자료를 이용하며, 문제와 논쟁점에 대한 협동 학습 위주의 수업이다.
- 학생의 능동적 참여가 필요하다.
- 학생들의 직접적인 경험이 중심이다.
- 문제 및 논쟁거리 중심의 교수학습 방법이 많이 사용된다.



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소

실제 과학교육에서 STS 교육을 위한 접근 방법으로서 Ziman(1994)은 「과학과 사회를 잇는 교육」이라는 저서를 통하여 다음과 같은 과학교육의 실제적인 접근 방안을 제시하였다.

- ① 관련성 이용 : 학생의 삶과 직접 관련있는 실생활 소재 중심
- ② 직업적 접근 : 관련 직업 세계 소개
- ③ 초교과적(transdisciplinary) : 교과간 연계 또는 통합적 접근
- ④ 역사적 조사 : 과학사를 통한 과학의 발달과 형성과정 이해
- ⑤ 철학적 분석 : 과학철학적 접근
- ⑥ 사회적 탐구 : 사회적 이슈에 대한 조사와 토론 중심
- ⑦ 문제해결 : 구체적 실생활 문제 해결 방식



서울대학교
과학교육연구소

이를 구체적으로 구현하기 위한 학습지도방법으로 토론법, 실험 및 현장실습, 역할놀이, 시청각기자재의 이용, 협동학습법, 의사결정법 등을 들 수 있다. 이와 같은 학습지도방법은 이미 학교과학교육 현장에서 활용되고 있는 것이라고도 할 수 있다. STS 학습지도는 특정한 학습지도방법의 일반적인 틀을 따르면 되는 것이 아니라, 실제 수업을 지도하는 과학교사가 각 수업의 목표와 성격에 맞게 충분히 조정하고 구성해야 한다. 본 자료에서는 이와 같은 학습지도방법 중에서 ‘의사결정(decision-making)법’을 중심으로 소개하고자 한다.



환경 단원과 ‘의사결정법’

의사결정(decision-making)은 여러 가지 대안들 가운데서 합리적인 절차와 근거에 바탕을 두어 하나를 선택하는 행동을 말한다(한국과학교육학회, 2005). 과학과 관련이 있는 사회적 문제는 대부분 가치관과 집단이익이 관련되어 있기 때문에 단순히 과학적 방법이나 기술의 수단만으로는 해결할 수 없다. 그런 문제를 해결하기 위해서는 과학적 방법이나 과학기술 외에 사회적 기준이나 환경적 가치관을 바탕으로 접근해야 한다. 특히 환경과 같이 사회적으로 논쟁거리가 되는 문제에 대해서 더욱 의사결정이 중요하다. 하지만, 실제 과학교육 상황에서 구체적으로 어떻게 적용해야 할 지에 대해서는 잘 알려져 있지 않다.



서울대학교
과학교육연구소

미국과학교사협회(National Science Teachers Association)에서 발간한 「Decisions Based on Science」(NSTA, 1997)의 내용을 중심으로 의사결정법의 일반적인 절차를 간략히 소개하면 다음과 같다.

첫째 단계, 무엇을 결정할 것인가?

의사결정 상황에서 가장 중요한 것은 문제를 정확히 파악하는 것이다. 순수한 과학 문제에 비해서 일상생활의 문제는 훨씬 복잡한 경향이 있다. 의사결정 상황이라면, 우선 주어진 상황에 대해서 어떤 결정들이 가능한가를 분명히 하고 명확히 진술할 수 있어야 한다. 문제를 명확히 진술하고 어떤 결정(해답)들이 가능한 지를 알기 위해서는 다음과 같이 몇 가지 정보들이 필요하다.

- 1) 누구 수준에서의 결정인가?



서울대학교
과학교육연구소

주어진 문제 상황에서 내릴 수 있는 결정은 개인 수준인지, 지역 수준인지, 국가 수준인지, 또는 국제적인 수준인지를 먼저 알아야 한다. 누구 수준에서 결정을 내려야 하는가에 따라 그 결과가 완전히 달라질 수 있기 때문이다.

2) 결정에 따른 위험성 평가

어떤 결정이 바람직한가를 판단하기 위해서, 특정 결정을 내렸을 때 뒤따르게 되는 “나쁜 점” 또는 위험성을 예측하고 비교할 수 있어야 한다. 어떤 결정에 따른 결과가 얼마나 위험한가는 그 결과가 얼마나 자주 노출되는가와 어느 정도로 심각한가에 따라 결정된다. 교통수단으로서 비행기 이용이라는 결정을 예로 들어보자. 그 결정에 따른 ‘위험한’ 결과 즉, 비행기 사고는 일어날 가능성이 아주 적다. 즉, 노출 정도는 미미하다. 하지만, 일단 사고가 터지면 그 결과는 매우 끔찍하다. 즉, 위험 강도는 매우 크다. 어떤 결정에 대한 위험성 평가는 이 두 가지 요소를 함께 고려하는 것이다. 한편 위험성 분석은 누구에게 영향을 미치는가(즉, 개인적인가, 생태계인가, 사회인가)에 따라 달리 고려할 수 있고, 윤리적인 측면도 고려할 수 있다. 이 평가를 위해서 어느 정도의 정보 수집이 필요하다. 본격적인 정보수집은 세 번째 단계에서 하며, 여기서는 현재 알고 있거나 현재 주어진 정보만을 이용하여 평가하도록 한다. 따라서 정보가 부족하여 평가할 수 없는 경우는 빈 칸으로 놔둔다.

3) 문제해결에서 고려해야 할 준거 (또는 목표) 설정하기

이러한 정보들을 알고 난 후 어떤 결정을 내림에 있어서 중요하게 고려해야 할 문제해결의 목표가 무엇인가를 정해야 한다. 즉, 어떤 목표를 가지고 문제를 해결할 것인가이다.

예를 들어 핵에너지 개발과 관련된 문제 상황이라면, 에너지 공급, 환경보호, 지역 주민의 건강, 세계 평화 등이 이와 관련한 목표로서 제시될 수 있다.

앞의 과정을 요약하면;

주어진 문제 상황에서 의사결정을 해결하기 위하여 먼저 필요한 정보를 아는 것으로

- 무엇이 문제이며 무엇을 결정해야 하는가
- 이것은 누구의 결정인가
- 각각의 결정에 따른 결과의 위험성은 무엇인가
- 문제 해결에 있어서 고려해야 할 목표는 무엇인가를 아는 것이다.

둘째 단계, 무슨 일이 일어날 것인가?

문제 해결에 있어서 준거를 설정했다면 이제는 이에 대해 어떤 선택들이 가능하고 그러한 선택을 했을 때 준거에 비추어 어떤 결과가 일어날 것인지를 예측해야 한다. 이는 다시 다음과 같이 두 과정으로 요약된다.



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소

1) 가능한 선택들 확인하기

어떤 선택들이 가능한가를 확인하다. 예를 들어 핵개발이 문제 상황이고 결정 수준이 국가수준이며 이에 대한 자신의 의견을 결정하는 것이라면, 핵기술을 완전히 포기한다, 에너지용으로만 사용한다, 핵기술 개발을 계속한다 등의 가능한 선택들이 있을 것이다.

2) 선택에 따른 결과 예측하기

어떤 선택에 따라 발생할 결과를 예측함에 있어서 중요한 것은 이 문제상황 해결에 있어 중요하게 생각하는 점이 무엇인가, 즉, 문제해결에 있어 준거가 무엇인가 하는 것이다. 주어진 준거에 따라서 어떤 결정이 초래하는 결과는 달라질 수 있다. 예를 들어, 핵기술을 완전히 포기한다는 선택은 에너지원 창출이라는 준거에서 볼 때는 전혀 부정적인 결과가 예상되지만, 환경보호라는 준거에서 보자면 핵오염으로부터 벗어난다는 좋은 결과 또는 에너지원 대체를 위해 기존 화석연료를 더 많이 필요하므로 결국은 환경파괴를 심화한다는 부정적 결과를 예측할 수 있다.

3) 의사결정표 만들기

따라서 준거와 선택에 따른 예상 결과는 달라질 수 있다, 이를 2차원 도표상으로 표현하는 것이 ‘의사결정표’이다. 고려해야할 준거가 3가지, 가능한 선택이 3가지라면 다음과 같은 의사결정표를 만들 수 있다. 어떤 결과가 발생할지 주어진 정보만으로는 알 수 없을 때는 일단 빈칸으로 놔둔다.

	선택1	선택2	선택3
준거 가	결과 가1	결과 가2	결과 가3
준거 나	결과 나1	결과 나2	결과 나3
준거 다	결과 다1	결과 다2	결과 다3

[의사결정표]

셋째 단계, 무엇을 알아야 하나?

세 번째 단계는 결정내리기를 위해 필요한 정보를 모으고 분석하는 것이다. 첫 번째 단계에서 문제 상황에 대해 필요한 정보들을 수집했지만, 이 단계에서 요구되는 것은 두 번째 단계에서 얻은 의사결정표를 바탕으로 구체적인 정보를 모으는 것이다.

여기에는 다음 두 과정이 포함된다.

1) 각각의 결과에 대해 조사하기

의사결정표의 빈 부분을 채우기 위하여 추가적인 정보를 조사하여 이를 완성해야 한다. 또, 앞 단계에서 대략적으로 내린 각각의 ‘결과’에 대해서 보다 상세하게 조사한다. 이 과정을 통하여 의사결정표는 수정되거나 보완된다.



2) 각각의 결과의 발생 확률 어렵하기

결과에 대한 자세한 조사를 통하여 그 결과가 일어날 확률을 어렵해볼 수 있다. 아무리 나쁘거나 좋은 결과라도 실제 그러한 일이 벌어질 확률이 매우 작다면, 최종적인 결정에 있어서 크게 중요하지 않을 수 있기 때문이다.

넷째 단계, 최종 결정은 무엇인가?

준거, 선택, 결과, 확률 등의 자료들을 분석하여 어떤 선택이 주어진 문제 상황에 가장 적합한가를 최종 결정해야한다. 이를 다시 다음과 같은 과정으로 나눠보자.

1) 의사결정표 분석하기

의사결정표를 분석하는 방법으로 각각의 선택에 대해 중요도를 막대그래프로 그리는 방법과, 정량적인 숫자로 나타내는 방법이 있다.

막대그래프 방법은 각각의 선택의 최종 중요도를 막대그래프로 나타내는 것이다. 즉, 중요한 선택일수록 긴 막대로 표시될 것이다. 최종적인 막대그래프가 완성되었을 때 어느 선택경로가 가장 긴 막대를 나타내는가를 비교할 수 있다.

정량적인 숫자 표현 방법은 결과에 따른 중요도를 숫자로 나타내고 각 결과가 발생할 확률을 곱한, 즉 그 결과의 기대치를 구하여 숫자로 기입하는 것이다. 최종적으로 기대치가 가장 높은 선택이 가장 좋은 선택이 된다.

마지막으로 이와 같은 분석을 점검하는 과정이 포함된다면 더욱 정확한 분석이 될 것이다. 왜냐하면 어떤 결과를 어렵할 때는 매우 확실하게 했지만, 어떤 결과에 대해서는 불확실하게 대략 어렵했을 수도 있기 때문이다. 따라서 각각의 분석에 있어서 내가 얼마나 자신있게 답했는가를 고려하여 점검해보아야 한다. 하지만, 이 과정은 주관적인 생각이 개입할 여지가 있으므로 주의 를 기울이거나, 혹은 생략할 수도 있다.



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소

	선택1	선택2	선택3
준거 가	결과 가1	결과 가2	결과 가3
	분석 (막대 또는 기대치)	분석 (막대 또는 기대치)	분석 (막대 또는 기대치)
준거 나	결과 나1	결과 나2	결과 나3
	분석 (막대 또는 기대치)	분석 (막대 또는 기대치)	분석 (막대 또는 기대치)
준거 다	결과 다1	결과 다2	결과 다3
	분석 (막대 또는 기대치)	분석 (막대 또는 기대치)	분석 (막대 또는 기대치)
최종분석	선택1 최종분석결과	선택2 최종분석결과	선택3 최종분석결과
최종결정	(예를 들면) 최종선택	(예를 들면) 3순위로 기각	(예를 들면) 2순위로 기각

[의사결정표 및 최종결정]



서울대학교
과학교육연구소

2) 최종결정 내리기 및 점검

이제 결정도표를 분석 결과를 바탕으로 최종 결정을 내린다.

최종결정으로만 그칠 것이 아니라, 최종결정까지의 과정이 어떠했는지를 점검하고, 결정에 대해서 만족 여부를 확인해본다. 만족하지 못한다면 그 이유를 찾아본다.

모든 결정은 완벽하지 않고 또 정답이란 없다. 따라서 이와 같은 결정과정을 보완하기 위해 어떤 조사가 더 필요할지 생각해보는 것이 필요하다. 또, 이 결정에 있어서 가장 중요한 요소 한 가지가 무엇이었는가를 확인해본다. 이러한 과정은 다른 의사결정과정에 있어 도움을 줄 것이다.

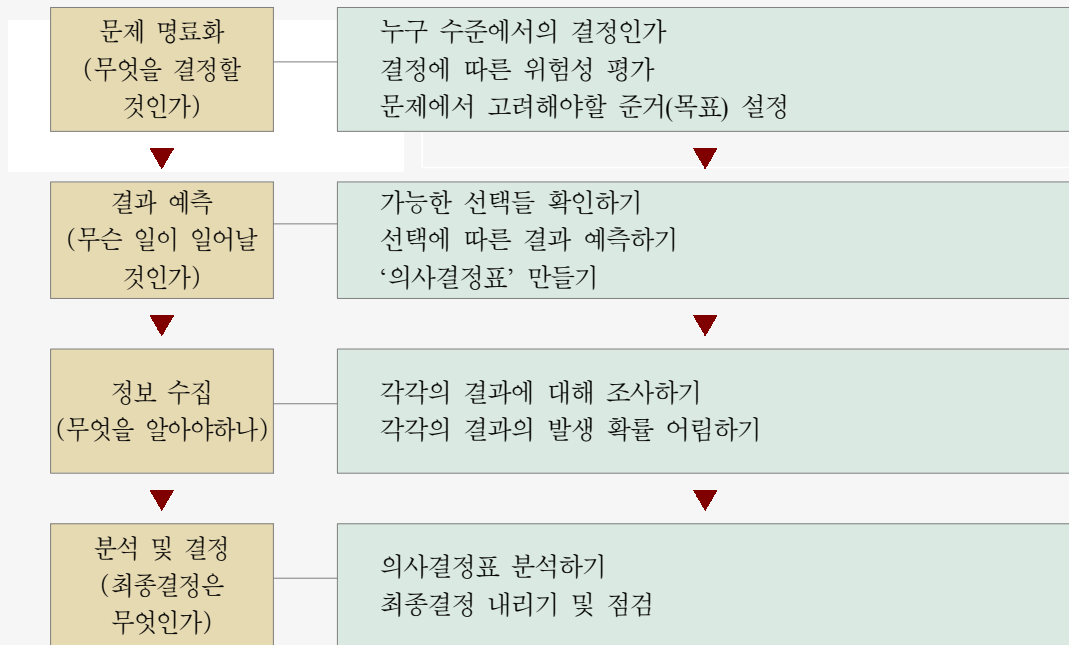


서울대학교
과학교육연구소



‘의사결정법’ 요약 및 적용

이상 논의한 의사결정법을 요약하면 다음과 같다.



서울대학교
과학교육연구소

[의사결정 학습지도과정 요약]

이에 대한 구체적인 적용은 다음 「소음」 단원의 ‘활동’으로서 소개한다. 의사결정법은 소음뿐만 아니라 환경과 관련한 많은 논제들을 다룰 때 중요하게 활용될 수 있다. 하지만, 의사결정법은 사전에 교사와 학생에게 그 절차와 방법에 대하여 적절한 이해와 연습이 먼저 필요하다. 일회의 의사결정 수업보다는 여러 주제에 대해 여러 번 적용해 봄으로서 교사와 학생 모두가 이 방법을 나름대로 익히며 발전시켜 가는 것이 바람직하다.



서울대학교
과학교육연구소