

탐구수업 지도자료

- 수정본 -

- 학 년 중학교 2학년
- 단 원 혼합물의 분리는 어떻게 할까요?
- 제 목 활용 방안
- 대표 저자 강순희(이화여자대학교)
- 공동 저자 김지영(이화여자대학교)
박은미(이화여자대학교)
방담이(이화여자대학교)
채명희(이화여자대학교)
이은주(이화여자대학교)
이윤하(이화여자대학교)
김효진(이화여자대학교)

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



서울대학교 과학교육연구소

Seoul National University Science Education Research Center



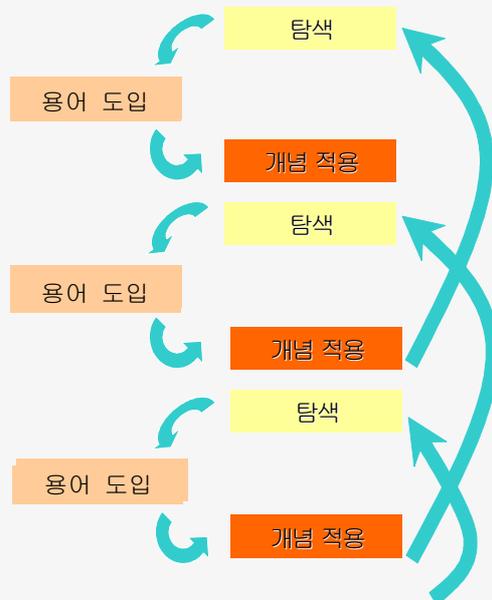
제 4 장

「혼합물의 분리」 탐구 수업 지도 자료의 활용 방안

탐구 활동의 활용 방안

이 장에서는 제 2부에서 개발한 탐구 활동들을 교실 수업 현장에서 효과적으로 활용할 수 있는 방안을 제시하고자 한다. 제 2부의 탐구 활동들은 교사 중심이 아닌 학생 중심의 활동들이다. 과학 학습에서 학생 중심의 탐구 활동이 교사가 주도하는 이론 수업보다 우선되어야 한다는 이론은 이미 알려져 있다. 그러한 이론 중의 하나로 로슨의 순환 학습을 들 수 있다.

로슨이 순환 학습에서 강조하는 단계가 바로 학생 중심의 탐구 활동이며 그는 이 단계를 탐색 단계라고 한다. 그는 과학 학습에서 제일 먼저 시작되어야 하는 것이 학생 중심의 탐색 단계라고 하고, 이어서 교사가 용어를 도입한 후에 학생들로 하여금 개념이 내면화되도록 적용 단계를 거치도록 제안하고 있다. 또한 로슨의 탐색, 용어 도입, 개념 적용 단계는 다음의 그림 1에서 보이는 것처럼 나선형적인 특성을 가지며, 이 순환 학습의 연속되는 세 단계는 바뀌어서도 안 되며 이 단계들 중 어떠한 한 단계도 생략되어서는 안 된다고 제안하고 있다. 각 단계를 순차적으로 진행할 때 가장 효과적이라는 연구 결과를 토대로 하여 그는 교사도 과학 수업을 할 때 이러한 순서를 따르는 것이 좋다고 제안하고 있다 (Abraham et al., 1986; Lawson, 1995).



[그림 1] 순환 학습의 나선형 구조



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소

외국의 경우는 일반적으로 모든 수업이 과학 실험실에서 이루어지기 때문에 순환 학습의 세 단계인 탐색 단계, 용어 도입 단계, 개념 적용 단계가 실험실에서 이루어지는 것이 가능하다. 그러나 우리나라의 경우는 이와 다르게 실험은 실험실에서 수행하고 용어 도입과 개념 적용의 단계는 교실 수업에서 진행할 수밖에 없는 실정이다. 따라서 우리나라의 실정에 맞추어 실제 적용할 수 있는 수업 전략을 28~29쪽에 제시하였다. 1차시에는 실험실에서 탐색 단계를 진행하고, 2차시에는 교실에서 용어 도입 단계와 개념 적용 단계를 연이어 실시하도록 한다.

제 2부의 여러 가지 탐구 활동들은 로슨 순환 학습의 탐색 단계로 사용할 수 있다. 실험 활동은 모두 1차시용으로 개발하였으므로 실험실에서 학생 중심의 활동으로 실시하고,해보기 활동은 교사가 탐색 단계의 도입부에서 활용하는 것이 좋다.

제 2부에서 개발한 모든 탐구 활동들은 총 19개이며, 이 활동들을 서술적 탐구 실험, 경험 추론적 탐구 실험, 가설 연역적 탐구 실험의 세 가지 형태(그림 2, 그림 3, 그림 4)로 분류해 본다면 다음과 같다.

서술적 탐구 실험 : 5장 활동 3

경험 추론적 탐구 실험 : 5장 활동 1, 6장 활동 2, 7장 활동 1, 활동 2, 8장 활동 2, 활동 3, 9장 활동 1

가설 연역적 탐구 실험 : 6장 활동 1, 8장 활동1, 9장 활동 2

피아제는 인지 수준의 마지막 두 단계를 구체적 조작기와 형식적 조작기로 구분하였고 아동들이 도달해야 하는 최고로 성숙된 인지 수준을 형식적 조작 수준이라고 하였다. 신피아제 연구자인 로슨은 인지 구조를 결정하는 피아제의 논리 유형들이 너무 일반적이고 내용 독립적인 논증 과정에 따른 사고 유형이라고 비판하면서, 앞의 두 단계를 과학 학습에서 필요한 구체적인 과학적 방법과 과정에 따른 사고 유형인 경험 귀납적 사고 유형기와 가설 연역적 사고 유형기라고 명명하였다. 따라서 로슨은 아동들이 도달해야 하는 최고로 성숙된 인지 수준을 가설 연역적 사고 수준이라고 하였다. 그는 아동들로 하여금 가설 연역적인 사고 기능을 습득하게 하는 바람직한 탐구 수업으로 가설 연역적 탐구 학습을 제안하고 있다.

피아제뿐만 아니라 많은 다른 연구자들이 증명했듯이, 아동기에 주요 지적 변화가 일어난다는 분명한 보고 있다. 이 시기의 아동들이 우리나라의 경우 중학생에 해당한다. 다시 말하면 실제로 중학교에서 학생들의 사고가 경험 귀납적 사고에서 가설 연역적 사고로 변화한다는 것을 의미한다. 가설 연역적인 탐구 활동에 대한 경험을 많이 한 학생들은 주위의 자연 현상에 대하여 인과적 의문점을 느끼고 말하는 능력이 신장될 것이다. 이어서 그 의문점을 해결하기 위하여 가설을 만들어 내는 능력과 가설을 검증하기 위하여 합당한 실험을 설계하고 수행하는 능력과 실험 결과를 토대로 하여 가설을 수용하거나 기각하는 능력도 신장될 것이다. 그러므로 이 시기에 학생들에게 가설 연역적인 사고를 신장시킬 수 있는 탐구 활동을 제시하는 것이 필요하다.

제 2부의 탐구 활동을 분류한 결과에서 보는 바와 같이 중학교 2학년 학생들이 경험하는 혼합물의 분리 단원에서는 가설 연역적 탐구 실험이 적은 것으로 나타났으나, 앞으로 더 많이 개발되기를 기대한다. 더 나아가서 3학년으로 갈수록 가설 연역적 수업 모형을 더 많이 경험하게 된



서울대학교
과학교육연구소

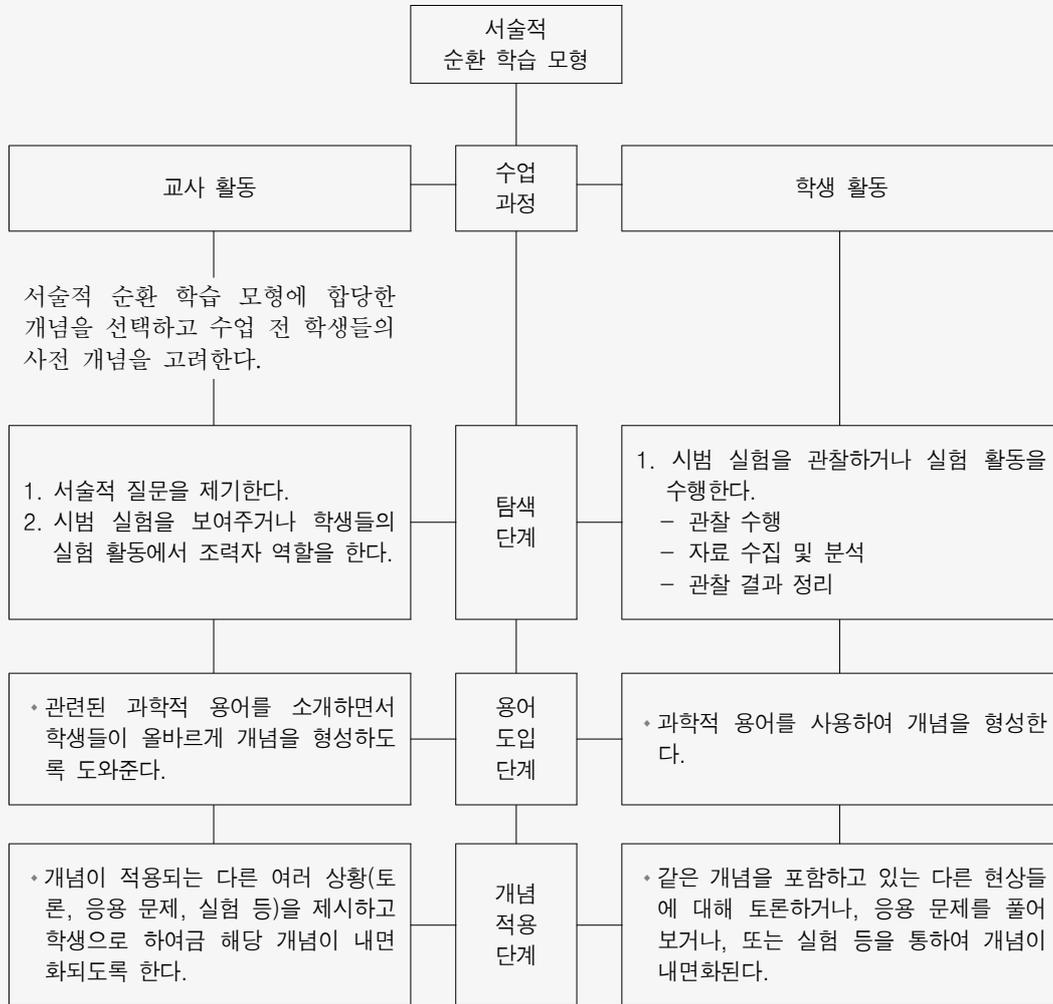


서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소

다면 학생들의 가설 연역적 사고의 신장에 도움이 될 것으로 사료된다.



[그림 2] 서술적 순환 학습 모형



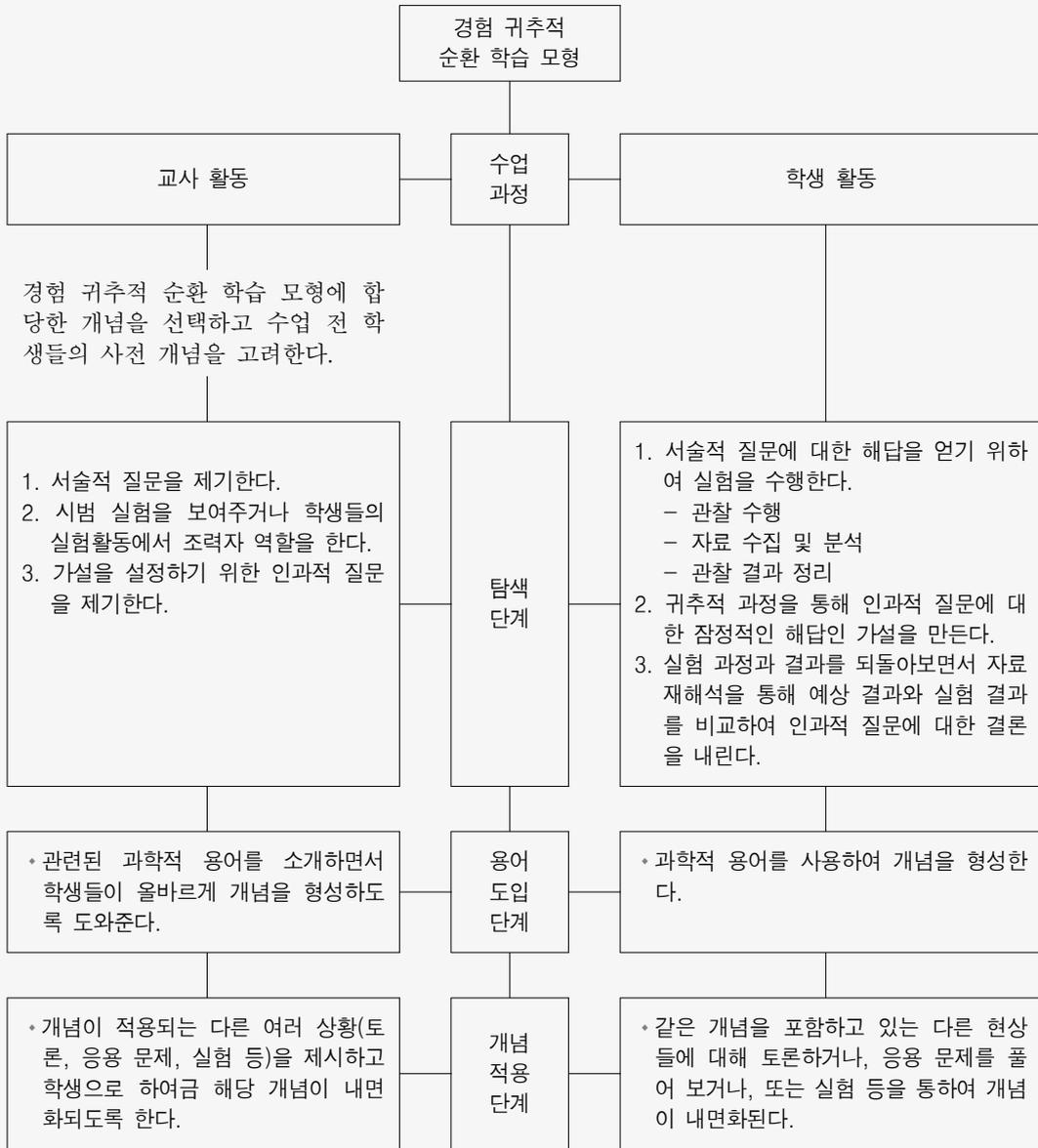
서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소

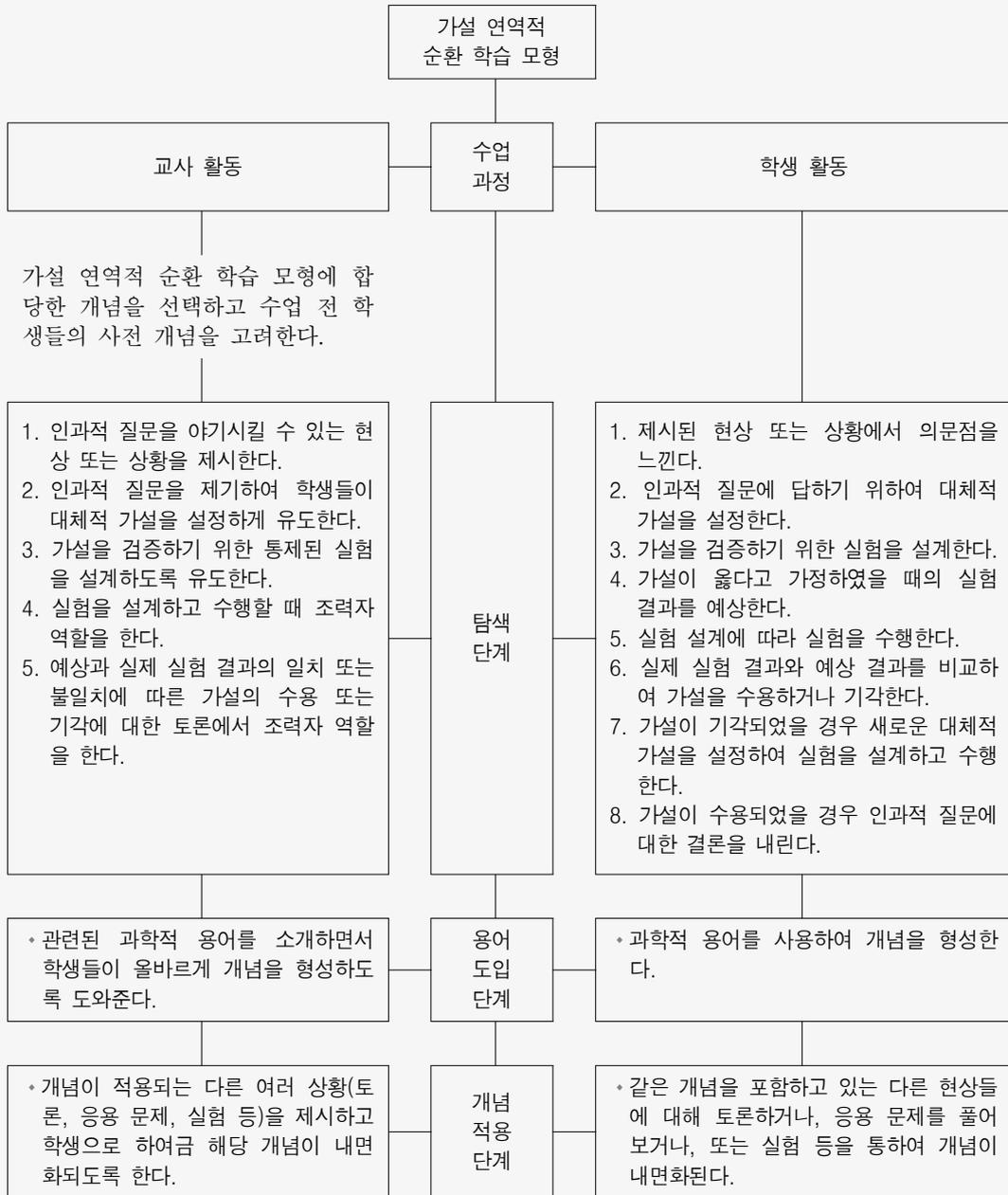


서울대학교
과학교육연구소



[그림 3] 경험 귀추적 순환 학습 모형





[그림 4] 가설 연역적 순환 학습 모형



수업 전략 예시(경험 귀추적 순환 학습)

• 학습 주제 : 크로마토그래피

- ① 지식
 - 크로마토그래피로 혼합물을 분리하는 방법을 설명할 수 있다.
- ② 탐구 과정
 - 적은 양의 혼합물을 크로마토그래피로 분리할 수 있다.
 - 크로마토그래피를 이용하여 혼합물을 분리할 때 적절한 용매를 선택할 수 있다.
 - 실험 결과를 토대로 하여 색소의 이동 속도를 추리할 수 있다.
- ③ 실험 기능
 - 크로마토그래피 장치를 바르게 설치할 수 있다.
- ④ 태도
 - 혼합물의 분리 방법이 일상 생활에서 편리하게 사용됨을 알고 과학적 원리를 일상 생활에 적용해보려는 태도를 갖는다.



탐색 단계

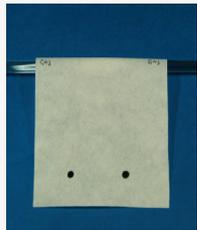
꽃잎 속에 들어 있는 색소는 성질이 비슷한 물질들의 혼합물이다. 꽃잎의 색소는 어떠한 방법으로 분리할 수 있을까?

※ 아래의 과정을 거쳐 다음의 질문을 해결해 보자

수성 사인펜으로 글씨를 쓴 종이가 물에 젖으면 어떻게 될까?

- ① 가로는 5cm, 세로는 250mL 비커와 비슷한 정도의 길이로 2장의 거름종이를 자른다
- ② 2장의 거름종이의 아랫부분에서 1.5cm 정도 되는 위치에 연필로 선을 긋는다.
- ③ 표시한 선 위에 적당한 간격을 두고 검은색 수성 사인펜과 검은색 유성 사인펜으로 각각 점을 찍은 후, 윗부분에 펜의 종류를 표시한다.
- ④ 접착테이프를 이용하여 거름종이 2장을 각각 유리 막대에 고정시킨다.
- ⑤ 사인펜의 점이 물에 잠기지 않을 정도로 각각의 비커에 물과 에탄올을 조금 부은 다음 거름종이의 아랫부분이 약간 잠기도록 장치한다.
- ⑥ 비커를 랩으로 밀봉하고, 액체가 거름종이의 위쪽 끝 가까이 오면 거름종이를 꺼내어 말린다.

서술적
질문 제시



실험실행



서술적
질문에 대한
해답

※ 아래의 과정을 거쳐 다음의 질문을 해결해 보자.

인과적
질문 제시



하나의 색이 왜 여러 가지 색으로 나누어지는 것일까?

① ‘실험해봅시다 ⑥’에서 물과 에탄올을 사용했을 때 각각의 거름종이에 찍은 점으로부터 가까운 순서대로 위치해 있는 색을 쓰시오.

용매	사인펜의 종류	색의 순서
물	수성	
	유성	
에탄올	수성	
	유성	



② 실험해봅시다 ⑥에서 용매가 이동함에 따라 가장 느리게 이동한 색과 가장 빨리 이동한 색은 무엇인가?

용매	사인펜의 종류	느리게 이동한 색	빠르게 이동한 색
물	수성		
	유성		
에탄올	수성		
	유성		

③ 위 실험 결과를 토대로 하여, 수성 사인펜과 유성 사인펜의 색소를 분리해 낼 때 어떤 용매를 사용하는 것이 효과적이겠는가?

사인펜의 종류	용매
수성	
유성	

④ 위 실험과 같은 방법은 어떤 혼합물을 분리하는데 효과적이겠는가?

용어 도입 단계

크로마토그래피 : 용매에 의한 물질의 이동 속도의 차이를 이용하여 혼합물을 분리하는 방법
크로마토그래피의 장점 : 성질이 비슷한 물질이 섞여 있거나 섞여 있는 양이 적을 때 효과적으로 사용된다.



개념 적용 단계

1. 과학 시간에 거름종이를 사용하여 소금과 모래를 분리하는 실험을 하는 중이었다. 누군가 내 거름종이에 사인펜으로 낙서를 해놓았는데, 거름종이에 물이 묻어서 글씨체를 알아볼 수 없었다. 여러 색으로 번져있어서 무슨 색 사인펜으로 낙서를 했는지도 알 수가 없다. 분명히 나와 같은 실험대를 사용하는 3명 중에 범인이 있을텐데... 검정색 사인펜을 가지고 있는 은미, 보라색 사인펜을 가지고 있는 지영, 파랑색의 사인펜을 가지고 있는 명희 중 누가 낙서를 한 것인지 알아 볼 수 있는 방법을 생각하여 적어보자



※ 참고 : 이 실험에 사용된 말풍선은?

서술적
질문 제시

서술적 질문이란 현상에 대한 질문이다. 예를 들어 '소금물을 가열하면 온도 변화가 어떻게 나타날까'처럼 현상을 관찰하면 해답을 얻을 수 있는 질문 유형이다.

인과적
질문 제시

인과적 질문이란 나타난 놀라운 현상에 대하여 그 원인을 묻는 질문 유형이다. 예를 들면, '소금물을 가열하면 끓는 구간에서 온도가 계속 올라가는 이유는 무엇인가?'처럼 나타난 현상이 왜 그러한지에 대한 이유를 묻는 질문이다.

가설 설정

가설이란 인과적 질문에 대한 잠정적인 해답이다. 학생들은 이전의 유사한 경험을 바탕으로 새로운 가설을 설정하게 된다.

실험 설계

가설을 검증하기 위한 실험을 설계한다.

실험 수행

학생들은 시범 실험을 관찰하거나, 직접 실험을 수행하여 나타나는 현상을 관찰하고 자료를 수집한다.

서술적
질문에 대한
해답

실험을 통해 관찰한 현상 또는 자료를 보고 실험을 시작할 때 제시했던 서술적 질문에 대한 해답을 얻는다.

인과적
질문에 대한
해답

학생들은 제시된 인과적 질문에 대해 이전의 실험 과정과 결과를 되돌아보고 자료를 재해석함으로써 귀추적으로 해답을 얻게 된다.

예상 결과와
실험 결과의
비교

예상 결과와 실제 실험 결과를 비교하여 서로 일치하는지 살펴본다. 예상결과란, 학생들이 설정한 가설을 검증하기 위해 실험을 할 경우에 예상되는 결과이다.

결론 도출

결론을 도출한다.



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소