

# 탐구, 어떻게 할까요?

## 탐구란 무엇인가?

과학은 자연 세계를 이해하기 위한 지식을 만들어 내는 학문이고, 이처럼 지식을 만들어 내는 일을 하는 사람이 과학자이다. 과학자들은 주변 현상을 관찰하다가 자신의 지식으로 설명할 수 없는 현상을 발견하면 의문을 가진다. 그리고 의문의 답을 알아 내기 위해 실험을 하고, 정확한 데이터를 얻어 내어 분석하며, 일반화한다. 과학자들과 같이 생활 속에서 생긴 의문의 답을 찾는 과정을 '탐구'라고 한다(National Research Council, 1996, 2000). 학생들은 과학적 탐구 활동을 경험함으로써 과학적 개념은 물론, 과학의 본성을 이해할 수 있고, 과학에 대한 긍정적인 태도를 가질 수 있다(Abd -El -Khalick et al., 1998; Veermans et al., 2005).

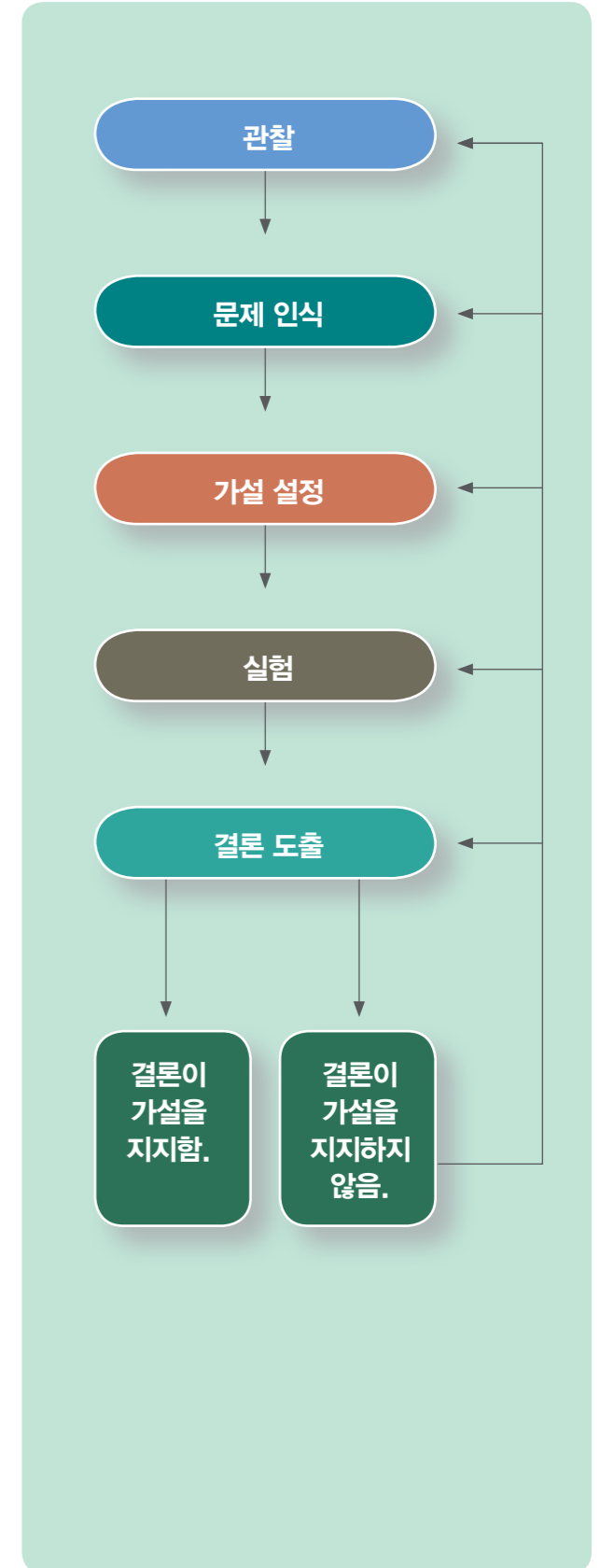
탐구의 중요성은 제3차 교육과정에서부터 지속적으로 강조되어 왔고, 2007 개정 교육과정에서 '자유 탐구'를 도입함으로써 탐구의 중요성을 더욱 부각시켰다. 자유 탐구는 학생이 직접 자신의 연구 문제를 결정하고 이를 해결해 나가는 탐구 형태로, 학생의 의문에 의해 시작되고, 학생이 직접 연구나 실험을 설계하고 수행하여, 그 결과에 대해 의사소통하는 학생 중심의 활동이다(양일호 등, 2008; Colburn, 2000; NRC, 1996). 이러한 자유 탐구는 과학자의 실제 활동과 가장 가까운 형태의 것으로(Colburn, 2000), 학교의 활동과 실제 과학적 탐구 사이의 차이를 좁힐 수 있는 학습 환경을 제공할 수 있을 것으로 여겨진다(Roth & Bowen, 1993).



## 탐구 과정 기능이란?

탐구를 수행하는 과정에 필요한 기능을 '탐구 과정 기능 (Science process skill)'이라 하며, 크게 기초 탐구 과정 기능과 통합 탐구 과정 기능으로 나눈다. 기초 탐구 과정 기능은 관찰, 분류, 측정, 예상, 추리, 의사소통이며, 통합 탐구 과정 기능은 문제 인식, 가설 설정, 변인 통제, 자료 변환, 자료 해석, 일반화이다.

## 탐구 과정



## 관찰

관찰은 어떤 물체나 자연 현상의 특징을 감각 기관과 관찰 도구를 사용하여 찾아내고 기술하는 활동이다. 관찰은 과학적 탐구 과정의 가장 기본적인 요소로서, 분류, 측정, 예상, 추리, 의사소통, 문제 인식 등 다른 탐구 과정의 바탕이 되는 핵심 활동이다. 또한, 초등학교 학생이 숙달해야 할 가장 중요한 기능이다.

### 활동 안내

여러 가지 렌즈를 관찰한 다음, 관찰한 내용을 이야기하게 한다.

- ▷ 여러 가지 렌즈를 관찰하여 봅시다. 관찰한 내용은 무엇입니까?
  - 렌즈의 모양이 직사각형, 원 등 여러 가지입니다.
  - 직사각형 모양의 렌즈 두 개 중 하나는 가운데가 볼록하고 다른 하나는 오목합니다.
  - 가운데가 볼록한 렌즈로 글씨를 보면 글씨 크기가 원래 크기보다 크게 보이고, 가운데가 오목한 렌즈로 글씨를 보면 원래 크기보다 작게 보입니다.
- ▷ 여러 가지 렌즈를 관찰하기 위하여 사용한 감각 기관은 어떤 것입니까?
  - 눈(시각), 손(촉각)
- ▷ 다양하고 정확한 관찰을 하기 위하여 사용할 수 있는 관찰 도구에는 무엇이 있습니까?
  - 레이저, 글씨가 적힌 종이
- ▷ 효과적인 관찰을 위해서 관찰한 내용을 어떻게 해야 할까요?
  - 관찰한 내용을 자세히 기록합니다.

### 관찰의 한계성

- ① 인간의 감각 기관은 들을 수 있는 가청 영역, 볼 수 있는 가시 광선 영역의 한계를 가지고 있기 때문에 관찰할 때에도 한계가 있다. 이러한 까닭으로 관찰 도구를 이용하여 관찰할 필요가 있다.
- ② 관찰은 감각 기관에서 입력한 정보가 뇌에 전달되어 인식되는 과정에서 인지 구조에 의해서 재해석된다. 즉, 관찰은 인지 구조에 의해 영향을 받는다는 한계가 있다.
- ③ 관찰은 사전 경험 또는 과학적 이론에 의해서도 영향을 받는다.

## 관찰

렌즈의 모양, 두께, 크기, 렌즈를 통하여 보이는 사물의 특징을 살펴보세요.



## 분류

여러 가지 렌즈의 공통점과 차이점을 바탕으로 기준을 세워 렌즈를 두 무리로 나누어 보세요.



### 관찰의 유형

기준	관찰의 유형
감각 기관	시각 관찰
	후각 관찰
	미각 관찰
	청각 관찰
	촉각 관찰
조작 유무	단순 관찰
	조작 관찰
정량화 유무	정성적 관찰
	정량적 관찰
대상의 전체성	부분 관찰
	전체 관찰
대상의 수	단일 대상 관찰
	다수 대상 관찰

## 분류

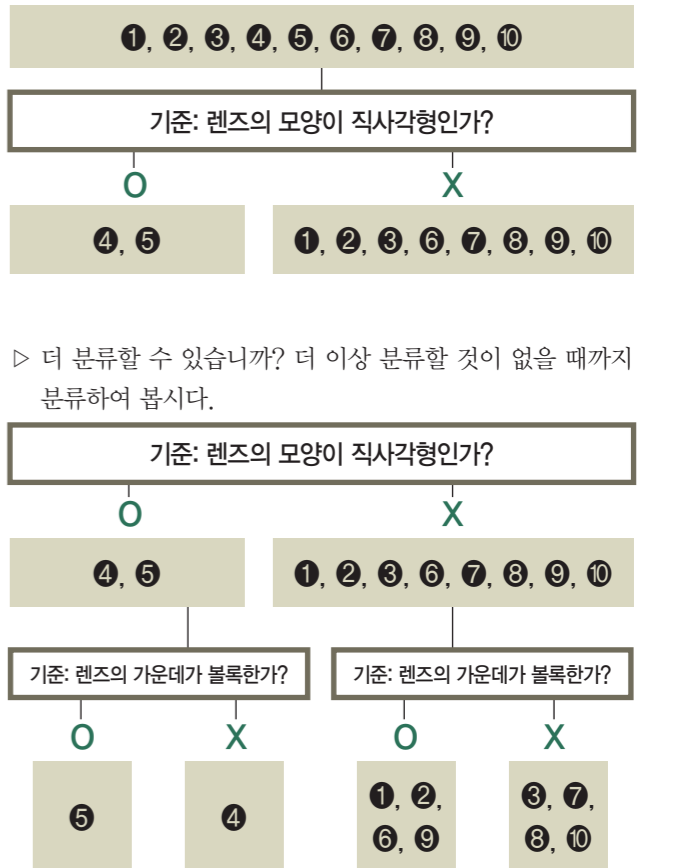
분류는 어떤 물체나 자연 현상의 공통점과 차이점을 찾아낸 다음, 기준을 세워 무리짓는 활동이다. 대상들을 분류해 놓으면 대상들이 가지고 있는 특징을 명확하게 구분할 수 있으며, 이를 통해 자료를 처리할 때 시간과 노력을 절약할 수 있다.

### 활동 안내

여러 가지 렌즈를 관찰한 다음, 공통점과 차이점을 바탕으로 분류하여 보게 한다.

- ▷ 가운데가 볼록한 렌즈에는 어떤 것이 있습니까?
  - ①, ②, ⑤, ⑥, ⑨
- ▷ 렌즈로 글씨를 보았을 때, 원래 크기보다 글씨가 작아 보이는 렌즈에는 어떤 것이 있습니까?
  - ③, ④, ⑦, ⑧, ⑩
- ▷ 여러 가지 렌즈를 분류하려고 할 때, 분류 기준이 될 수 있는 것에는 무엇이 있습니까?

- 렌즈의 모양, 가운데가 볼록한 정도, 글씨를 보았을 때 관찰할 수 있는 특징 등
- ▷ 분류 기준을 세워 두 무리로 나누어 봅시다.



### 분류의 유형

분류 유형은 분류 기준에 따라 2분법, 3분법, 4분법, 다분법으로 나눌 수 있다.

분류 유형	예시
2분법	동물과 식물, 남자와 여자
3분법	상·중·하, 대·중·소
4분법	봄·여름·가을·겨울
다분법	포유류·조류·파충류·양서류·어류

분류 유형은 분류 기준에 따라 다양하지만 과학 탐구 영역에서는 2분법 분류 체계를 주로 사용한다. 2분법의 분류 체계는 대상들의 대립 관계를 간단하고, 질서 정연하게 보여 준다. 또한, 어떤 항목이 주어져도 한 갈래에 속하지 않으며, 다른 갈래에 속하게 되어 분류가 용이하다.

## 측정

측정은 임의의 도구나 표준 도구를 사용하여 관찰을 정량화하는 활동이다. 측정할 때에는 목적에 맞는 측정 방법과 도구를 선택하여 정확하게 사용하는 능력이 필요하다.

### 활동 안내

용수철의 늘어난 길이를 측정하기 위하여 사용하는 측정 도구와 측정 도구의 사용 방법에 대하여 이야기해 보도록 한다.

- ▷ 용수철의 늘어난 길이를 측정하기 위하여 사용할 수 있는 측정 도구는 무엇입니까?
  - 자, 줄자
- ▷ 만약 자가 없다면, 용수철의 늘어난 길이는 어떻게 측정할 수 있습니까?
  - 긴 줄이나 손가락 길이 또는 한 뼘 등을 이용합니다.
- ▷ 용수철의 늘어난 길이를 정확하게 측정하기 위해서 어떤 점에 주의하며 측정하여야 합니까?
  - 여러 번 측정하여 평균을 낸다.

### 윗접시 저울을 사용할 때 주의할 점



- ① 저울을 평평한 곳에 놓고 영점 나사로 수평을 잡는다.
- ② 물체는 왼쪽 접시에 놓고 분동을 오른쪽 접시에 놓으며 잰다(사용자가 편한 쪽의 접시에 물체와 분동을 놓아도 무방하다).
- ③ 분동을 접시에 올려놓을 때는 항상 핀셋을 사용하고, 사용 후에는 제자리에 넣어 둔다.
- ④ 분동은 무거운 것부터 가벼운 것의 순서로 올려놓는다.
- ⑤ 화학 물질의 질량을 측정할 때는 접시가 더러워지지 않도록 종이를 깐다.
- ⑥ 측정하고자 하는 물체를 접시의 중앙에 놓는다.



## 측정

용수철에 20g짜리 추 한 개를 걸었을 때 늘어난 용수철의 길이를 재어 보세요. 추를 하나씩 더 걸 때마다 늘어나는 용수철의 길이를 재어 보세요.

## 예상

용수철에 추 네 개를 건다면 용수철은 얼마나 늘어날까요?

### 측정 지도 시 유의 사항

- ① 반복적인 측정을 통하여 오차를 줄임으로써 정확하고 정밀한 측정값을 얻게 한다.
- ② 학생들이 무엇을 측정해야 하는지 측정 대상을 명확히 인식하게 한다.
- ③ 대상을 측정하기 위한 적합한 측정 도구를 학생 스스로 선택할 수 있게 한다.
- ④ 측정된 값에 적합한 단위를 표시하게 한다.

## 예상

예상은 관찰, 분류, 측정의 결과를 바탕으로 규칙을 찾아 앞으로의 관찰 결과를 미리 판단하는 활동이다. 정확한 예상을 하기 위해서는 관찰 결과에서 관찰한 대상 간의 관계를 읽어 낼 수 있어야 한다.

### 활동 안내

용수철에 20g짜리 추를 하나씩 매달면서 늘어난 용수철의 길이를 측정해 보고, 20g짜리 추 네 개를 매달았을 때, 용수철은 얼마나 늘어날지에 대하여 예상하게 한다.

- ▷ 교과서에 제시된 내용에서 이미 알고 있는 것은 무엇입니까?
  - 추를 각각 한 개, 두 개, 세 개 걸었을 때의 용수철의 늘어난 길이
- ▷ 이미 알고 있는 용수철의 늘어난 길이에는 어떤 규칙이 있습니까?
  - 추를 한 개 걸었더니 추를 걸지 않았을 때보다 용수철이 약

2.7cm 늘어났고, 추를 두 개 걸었더니 한 개를 걸었을 때보다 2.4cm 더 늘어났습니다. 또, 세 개를 걸었더니 두 개를 걸었을 때보다 약 2.4cm 더 늘어났습니다.

- ▷ 추를 네 개 걸었을 때, 용수철의 늘어난 길이를 예상하여 보시다.
  - 추를 네 개 걸면 세 개 걸었을 때보다 2.4cm 더 늘어나서 추를 걸지 않았을 때보다 약 9.9cm 더 늘어날 것입니다.

### 예상의 유형

	정의	예시
내삽	관찰 또는 측정된 범위 내의 현상을 예상하는 것	오전 9, 10, 12시의 기온을 알고 오전 11시의 기온을 예상하는 것
외삽	관찰 또는 측정된 범위 밖의 현상을 예상하는 것	오전 9, 10, 11시의 기온을 알고 이를 바탕으로 정오 12시의 기온을 예상하는 것

### 예상 지도 시 유의 사항

- ① '예상'과 '추리' 모두 관찰한 사실에 근거한다는 공통점이 있으나, 예상은 앞으로 일어날 일을 판단하는 반면, 추리는 현재 나타난 현상에 대한 원인이 무엇인지 판단한다는 점에서 차이가 있다. 그러므로 이러한 관점에서 예상과 추리를 구분할 수 있어야 한다.
- ② 내삽이나 외삽은 관찰한 자료의 규칙에 근거하는데, 실제 실험하여 얻어진 자료는 실험 오차가 포함된 값이므로, 이론적인 값과 일치하지 않는 경우가 많다. 이때, 이론적인 값이 아니더라도 얻어진 자료가 경향성을 보이면 규칙성이 있는 것으로 판단할 수 있다.
- ③ 생활 속에서 사용하는 '예상해 보자'라는 말의 '예상'은 탐구 과정 기능의 '예상'과는 의미의 차이가 있다. 생활 속에서 사용하는 '예상'은 직접 경험하기 전에 선행 경험이나 지식을 바탕으로 미래에 나타날 일을 미리 생각해 본다는 의미지만, 탐구 과정 기능의 '예상'은 관찰한 사실에서 규칙을 찾아 규칙성, 경향성을 바탕으로 미래의 관찰 사실을 판단한다는 의미이다.

## 추리

추리는 관찰한 사실을 바탕으로 관찰 결과에 대하여 설명하는 활동이다. 추리는 관찰을 바탕으로 이루어지므로 새로운 관찰 사실이 자신의 추리와 일치하는지 확인하고, 자신의 추리를 수정·보완함으로써 더 정확한 추리를 할 수 있다.

### 활동 안내

얼음을 넣은 유리병 입구를 풍선으로 막고 흔들었을 때 나타나는 현상을 관찰한 다음, 이러한 현상이 나타나는 까닭에 대하여 생각해 보게 한다.

- ▷ 얼음을 넣은 유리병 입구를 풍선으로 막고 흔들었을 때 나타나는 현상을 관찰하여 봅시다. 관찰할 수 있는 현상은 무엇입니까?
  - 유리병의 표면에 물방울이 생깁니다.
  - 위로 부풀어 있던 풍선이 유리병 안으로 들어갑니다.
- ▷ 위로 부풀어 있던 풍선이 유리병 안으로 들어가는 현상이 나타나는 까닭은 무엇이라고 생각합니까?
  - 유리병 안에 있던 얼음이 녹으면서 유리병 안의 온도가 낮아질 것입니다. 온도가 낮아지면 병 안 기체의 부피가 줄어들기 때문에 고무풍선이 병 안으로 빨려 들어 간 것입니다.

### 추리와 예상 구분하기

예상과 추리 모두 관찰한 사실에 근거한다는 공통점이 있으나 예상은 앞으로 일어날 일을 판단하는 반면, 추리는 현재 나타난 현상에 대한 원인이 무엇인지 판단한다는 점에서 차이가 있다.

음력 8일 하루 동안 상현달의 움직임을 관찰하였을 때, 관찰 사실이 아래의 그림과 같았다면 예상과 추리는 다음과 같다.



예상	밤 12시의 상현달의 위치는 서쪽 하늘일 것이다.
추리	하루 동안 상현달의 위치가 동쪽에서 서쪽으로 이동하는 것은 지구가 자전하기 때문에 나타나는 현상이다.

## 추리

얼음을 넣은 유리병 입구를 풍선으로 막은 다음, 흔들었을 때 나타나는 현상을 관찰하고, 왜 이런 현상이 나타나는지 생각하여 보세요.

## 의사소통

얼음을 넣은 유리병에서 나타난 풍선의 변화에 대한 내 생각을 친구들에게 설명하여 보세요.  
친구들은 나의 생각을 잘 이해하였나요?  
친구들은 어떻게 생각하나요?  
친구들의 생각과 내 생각을 비교하여 보세요.

14

15

### 생활 속에서 사용하는 추리

우리는 일상생활에서 추리를 흔히 사용한다. 예를 들면, 복도에서 누군가가 걸어가는 소리를 들었을 경우, “슬리퍼 소리가 난다.”, “발자국 소리가 빠르게 들린다.”, “유리창으로 지나가는 사람의 모습이 희미하게 보인다.” 등의 관찰 사실을 통해 “지금 복도를 걸어가는 사람은 한 명이다.”, “복도를 지나가는 사람은 급한 일이 생겼을 것이다.” 등의 추리를 한다. 또한, 범죄 현장이나 화재 발생 현장에서 사건의 원인을 밝히기 위하여 추리가 사용된다.



## 의사소통

의사소통은 탐구한 내용을 친구들에게 이야기하고, 서로의 생각을 주고받는 활동이다. 과학에서의 의사소통은 학생들이 자신의 생각을 표현하고, 친구들로부터 자신의 생각을 검증받으며, 이러한 과정에서 새로운 아이디어를 생성하는 협동적인 과정이다.

### 활동 안내

위로 부풀어 있던 풍선이 유리병 안으로 들어가는 현상이 나타나는 까닭에 대한 자신의 생각을 친구들에게 이야기하게 한다.

- ▷ 위로 부풀어 있던 풍선이 병 안으로 들어간 까닭이 무엇인지에 대한 나의 생각을 친구들에게 설명해 봅시다.
  - 유리병 안에 있던 얼음이 녹으면서 유리병 안의 온도가 낮아질 것입니다. 온도가 낮아지면 병 안 기체의 부피가 줄어들기 때문에 고무풍선이 병 속으로 빨려 들어 간 것입니다.

- ▷ 친구들은 내 생각을 잘 이해하였습니까?
- ▷ 친구들에게 나의 생각을 잘 전달하기 위하여 사용할 수 있는 방법에는 무엇이 있습니까?
  - 그림 그려서 나타내기
  - 같은 원리로 나타나는 현상을 예로 들기
- ▷ 친구들의 생각을 들어봅시다.
- ▷ 친구들의 생각과 내 생각을 비교하여 봅시다. 내가 미처 생각하지 못한 부분을 친구들이 생각하고 있다면 친구들의 생각을 바탕으로 내 생각을 고쳐 봅시다.

### 의사소통 할 때의 유의 사항

- ① 듣는 사람을 고려하면서 자신의 생각을 정확하게 말하고, 자신의 말과 행동에는 책임을 진다.
- ② 상대방의 전체적인 말을 정확하게 듣고 이해하도록 노력하며, 추궁하거나 중간에 말을 자르지 않는다.
- ③ 상대방의 말을 경청하면서 공감과 확신을 주는 반응을 하고, 이해되지 않는 부분은 질문을 한다.
- ④ 여러 사람 앞에서 발표할 때에는 표, 그래프, 사진 등과 같은 시각 자료를 이용하면 말하고자 하는 내용을 쉽게 전달할 수 있다.

### 의사소통의 유형

의사소통 유형	정의	세부 종류
토의	두 사람 이상이 모여 집단적 사고 과정을 거쳐 어떤 문제의 해결을 시도하는 논의 방식 예) 지구 온난화 해결 방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 심포지엄</li> <li>• 패널 토의</li> <li>• 포럼</li> <li>• 원탁 토의</li> </ul>
토론	쟁점이 되는 논제에 대해 대립하는 두 팀이 정해진 규칙에 따라 사실과 논거에 의한 주장을 하고, 이에 대한 검증과 반박의 과정을 통해 이성적이고 합리적인 판단을 내리려는 방식 예) 유전자 조작은 해야 하는가?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대담</li> <li>• 세미나</li> </ul>

## 문제 인식

어떤 물체나 자연 현상을 관찰하다 보면 자신이 알고 있는 지식으로는 설명할 수 없는 것이 있다. 이때, 설명할 수 없는 현상에 대해 의문을 가지고 알고자 하는 것을 '문제 인식'이라고 한다. 문제 인식은 과학적 탐구의 출발점으로서, 탐구의 방향과 가치를 결정짓는다.

### 활동 안내

통합 탐구 과정 기능은 한 가지 주제에 대한 학생의 탐구 과정 속에서 나타나는 각 통합 탐구 과정 요소를 찾아 설명하고자 한다.

교과서에 제시된 한 학생의 의문 생성 상황을 읽어 본 다음, 학생이 어떤 의문을 떠올렸는지 알아보게 한다. 또한, 과학은 자연 현상에 대한 의문의 답을 찾는 과정임을 강조하며 문제 인식의 중요성을 인식하게 한다.

- ▷ 학생이 관찰한 현상은 무엇입니까?
  - 바늘 전체를 자석으로 문질러 바늘 자석을 만들었더니 핀이 붙었습니다.
- ▷ 알고 있던 지식으로 설명할 수 없는 현상은 무엇입니까?
  - 바늘 자석을 만들 때, 바늘 전체를 자석으로 문지르는 까닭이 무엇인지 설명할 수 없었습니다.
- ▷ 이러한 관찰을 통해서 생긴 의문은 무엇입니까?
  - 왜 바늘 전체를 자석으로 문지르는 걸까? 바늘의 한쪽 끝만 문지르면 안 될까?
- ▷ 생활 속에서 내가 가졌던 의문에는 어떤 것이 있습니까?

### 문제 인식 지도 시 유의 사항

- ① 문제 인식은 학생들이 생활 속에서 스스로 의문을 생성하여 이루어지기도 하고, 학교에서 교사가 의문 생성 상황을 제시하고, 그 속에서 학생들로 하여금 의문을 생성하도록 기회를 줌으로써 이루어지기도 한다.
- ② 과학적 의문은 자연 현상을 관찰하여 현재의 지식으로는 설명할 수 없는 불안정한 문제, 의심, 불확실성 등을 인식했을 때 생성된다. 따라서 학생들에게 다양한 의문 상황을 제시하여 의문을 생성할 수 있는 기회를 많이 제공하는 것이 중요하다.

## 문제 인식

과학 시간에 자석에 대하여 공부하면서 바늘 전체를 자석으로 문질러 바늘 자석을 만들어 보았어요. 그런데 문득 이런 생각이 들었어요.

"왜 바늘 전체를 자석으로 문지르는 것일까? 바늘의 한쪽 끝만 문지르면 안 될까?"

## 가설 설정

왜 그런지를 생각하여 보세요.

"자석으로 바늘 전체를 문지르면 강한 자석이 되지만, 한쪽 끝만 문지르면 약한 자석이 될 거야."

### 의문의 유형

의문 유형	정의
추측적 의문	현재 관찰하고 있는 대상의 개념, 성분, 기능, 구조 등에 관한 궁금증이 나타난 의문 예) 양초의 성분은 무엇일까?
예측적 의문	어떤 현상의 원인으로 작용하는 몇몇의 변인들을 달리 했을 때 나타날 수 있는 새로운 현상이나, 아직 관찰되지 않은 것에 대한 궁금증이 나타난 의문 예) 심지의 두께를 더 두껍게 하면 불꽃의 온도는 어떻게 될까?
인과적 의문	관찰 사실을 근거로 어떤 현상이 일어나게 된 원인에 대한 궁금증이 나타난 의문 예) 양초를 거꾸로 세우면 왜 불꽃의 방향이 다시 위로 올라갈까?
방법적 의문	현재의 관찰 사실을 다른 방법으로 해결하기 위하여 자신의 지식을 새롭게 구성하고 통합할 수 있는 방법에 대한 궁금증이 나타난 의문 예) 촛불의 크기를 크게 하거나 작게 조절할 수 있는 방법은 무엇일까?
적용적 의문	관찰자가 다루고자 하는 정보를 어디에 이용할 수 있을지에 대한 궁금증이 나타난 의문 예) 촛불이 흔들릴 때 검은 연기가 나는 것이 인체에 주는 영향은 무엇일까?

## 가설 설정

가설 설정은 '왜?' 라는 의문에 대한 잠정적인 답을 만드는 과정이다. 가설은 자연 현상에서 생성되는 의문을 과학적인 설명으로 진입할 수 있도록 하는 판문 역할을 한다.

### 활동 안내

바늘 전체를 자석으로 문질렀을 때 바늘 자석이 되는 현상을 관찰한 다음, 생긴 의문에 대한 가설이 만들어지는 과정을 생각해 보게 한다.

- ▷ 관찰한 현상에서 생긴 의문은 무엇입니까?
  - 왜 바늘 전체를 자석으로 문지르는 것일까? 바늘의 한쪽 끝만 문지르면 안 될까?
- ▷ 이 의문에서 중요한 변인은 무엇입니까?
  - 자석으로 문지르는 바늘의 부분
- ▷ 중요한 변인들 사이에는 어떤 관계가 있을지 생각하여 봅시다.
  - 바늘을 자석으로 문질렀을 때, 바늘이 자석의 성질을 띠

는 까닭은 바늘이 자화되었기 때문에 나타나는 것입니다. 따라서 바늘 전체를 문지르면 바늘 전체가 자화가 되어 더 강한 자석이 되고, 바늘의 한쪽만 문지르면 한쪽만 자화가 되어 전체를 문지른 것보다 약한 자석이 될 것입니다.

- ▷ 중요한 변인들 사이의 관계를 생각하며, 의문에 대한 잠정적인 답인 가설을 만들어 봅시다.
  - 바늘의 한쪽 끝만 문지르면 한쪽 끝만 자화되어 약한 자석이 되고, 바늘 전체를 문지르면 바늘 전체가 자화되어 센 자석이 되기 때문에 바늘 자석을 만들 때 바늘 전체를 자석으로 문지르는 것입니다.

### 좋은 가설의 조건

- ① 관찰 사실에 기초하여 만들어져야 한다.
- ② 실험을 통해 검증 가능한 것이어야 한다.
- ③ 새로운 관찰 사실을 예상할 수 있어야 한다.

### 가설, 예상, 추리 구분하기

탐구 과정 중에 생긴 모든 의문에서 가설을 만들 수 있는 것은 아니다. 가설은 어떤 현상이 일어나게 된 원인에 대한 궁금증이 나타난 "왜?"라는 인과적 의문에서 만들어지는 것이다. 따라서 예측적 의문에 대한 잠정적인 답인 예상, 추측적 의문에 대한 잠정적인 답인 추리와는 구분되어야 한다.

구분	의문	의문에 대한 잠정적인 답
추리	바늘의 재질은 무엇일까?	바늘의 재질은 금속일 것이다.
예상	자석으로 문지르는 횟수를 다르게 하면 바늘 자석의 세기는 어떻게 될까?	자석으로 더 많이 문지를수록 더 센 바늘 자석이 될 것이다.
가설	왜 바늘 전체를 자석으로 문지르는 것일까?	바늘 전체를 자석으로 문지르면 바늘 전체가 자화되어 더 센 바늘 자석을 만들 수 있기 때문이다.

## 변인 통제

변인 통제는 가설의 옳고 그름을 알아보기 위한 실험을 설계할 때, 실험에 영향을 주는 여러 가지 변인을 일정하게 통제하거나 조작하는 과정이다. 변인 통제가 잘 이루어진 실험은 여러 번 반복하여 실험을 해도 동일한 실험 결과를 얻을 수 있고, 이러한 실험 결과는 가설을 뒷받침하는 중요한 증거가 된다.

### 활동 안내

가설을 검증하기 위해 어떤 실험을 설계하여야 하며, 이때 같게 해야 할 조건과 다르게 해야 할 조건은 무엇인지 생각해 보게 한다. 또한, 실험을 수행할 때 변인 통제를 해야 하는 까닭에 대해서도 생각하여 보도록 한다.

- ▷ 가설이 옳은지 그른지를 알아보기 위해서는 어떻게 해야 합니까?
  - 실험을 해야 합니다.
- ▷ 가설이 옳은지 그른지를 검증할 때, 실험을 통해 알아보아야 하는 것은 무엇입니까?
  - 자석으로 문지르는 바늘의 범위와 만들어진 바늘 자석의 세기와의 관계입니다.
- ▷ 그렇다면 실험에서 다르게 조작해 주어야 하는 조건은 무엇입니까?
  - 자석으로 문지르는 바늘의 범위입니다.
- ▷ 같게 해 주어야 하는 조건은 무엇입니까?
  - 자석으로 바늘을 문지르는 방법 이외의 나머지 모든 조건은 같게 합니다.
- ▷ 측정해야 할 조건은 무엇입니까?
  - 바늘 자석의 세기입니다.
- ▷ 만약 실험에서 변인 통제를 하지 않는다면 어떻게 되겠습니까?
  - 가설이 옳은지 그른지를 알 수 없습니다.
  - 실험을 할 때마다 실험 결과가 달라집니다.
- ▷ 실험을 할 때, 변인 통제를 하는 까닭은 무엇입니까?
  - 가설을 뒷받침할 수 있는 정확한 실험 결과를 얻기 위해서입니다.

### 좋은 실험의 조건

- ① 실험의 과정은 반복될 수 있어야 한다.
- ② 한 번에 한 가지 변인을 검증해야 한다.

## 변인 통제

자석으로 바늘을 문지르는 방법에 따른 바늘 자석의 세기를 알아보기 위한 실험은 어떻게 해야 할까요? 이 실험에서 다르게 해야 할 조건과 같게 해야 할 조건은 무엇인가요?

- ① 다르게 해야 할 조건: 자석으로 바늘을 문지르는 방법 (한쪽만 문지르기, 전체를 문지르기)
- ② 같게 해야 할 조건: 자석의 종류, 바늘의 크기, 바늘의 종류, 문지르는 횟수



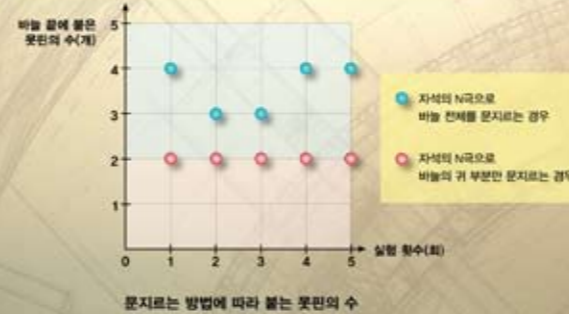
자석의 N극으로 바늘의 귀 부분만 문지르는 경우      자석의 N극으로 바늘 전체를 문지르는 경우

18

## 자료 변환

실험 결과를 표와 그래프로 나타내어 보세요.

문지르는 방법	실험 횟수	1회	2회	3회	4회	5회	평균
자석의 N극으로 바늘의 귀 부분만 문지르는 경우		2	2	2	2	2	2
자석의 N극으로 바늘 전체를 문지르는 경우		4	3	3	4	4	3.6



## 자료 해석

그래프를 보고 알 수 있는 사실은 무엇인가요?

"자석의 N극으로 바늘 전체를 문지르는 경우가 바늘의 귀 부분만 문지르는 경우보다 바늘 끝에 붙는 못핀의 수가 더 많아."

19

### 변인의 유형

변인은 실험에 영향을 주는 여러 가지 요인을 가리킨다. 변인에는 여러 가지 종류가 있는데, 변인들의 원인과 결과를 알아보는 실험에서 원인이 되는 변인을 독립 변인, 결과로 나타나는 변인을 종속 변인이라고 한다. 또한, 독립 변인 중에서 같게 해 주어야 하는 변인을 통제 변인, 다르게 해 주어야 하는 변인을 조작 변인이라고 한다.

[독립 변인] 실험에서 원인이 되는 변인	[통제 변인] 같게 해 주는 조건	문지르는 자석의 종류, 바늘의 크기, 바늘의 재질, 문지른 횟수
	[조작 변인] 다르게 해 주는 조건	자석으로 바늘을 문지르는 방법
[종속 변인] 결과로 나타나는 변인	바늘 자석에 붙는 핀의 개수 (바늘 자석의 세기)	

## 자료 변환 및 자료 해석

자료 변환은 관찰이나 측정으로 얻은 자료를 표나 그래프로 나타내는 과정이며, 자료 해석은 탐구 결과가 나타난 표나 그래프의 의미를 이해하고, 변인 사이의 관계를 분석하는 과정이다. 실험을 통해 얻은 자료를 표나 그래프로 나타내면 작은 공간에 많은 정보를 포함할 수 있으며, 조작 변인에 따른 종속 변인의 변화 양상을 한눈에 볼 수 있어 자료 해석에도 도움이 된다.

### 활동 안내

실험을 통해 얻은 결과를 어떻게 정리하면 좋을지 생각해 보고, 변환된 자료를 바르게 해석하는 방법에 대해서 알아보게 한다.

- ▷ 실험 결과를 정리하는 방법에는 어떤 것이 있습니까?
  - 표, 그래프, 그림 등이 있습니다.
- ▷ 자석으로 바늘을 문지르는 방법에 따른 바늘 자석의 세기 변화 실험 결과는 어떤 방법을 이용하여 자료를 정리하였

습니까?

- 표와 그래프입니다.
- ▷ 표와 그래프가 실험 결과를 정리하기에 효과적인 방법이라고 생각합니까? 더 좋은 방법은 없습니까?
  - 표를 이용하여 실험을 통해 나온 결과를 쉽게 정리할 수 있고, 표에 적힌 결과를 그래프로 나타내어 한눈에 실험 결과의 경향성을 알 수 있어 효과적인 방법이라고 생각합니다.
- ▷ 그래프를 보고 자석으로 바늘을 문지르는 방법에 따른 바늘 자석의 세기의 규칙성이나 경향성을 찾아봅시다.
  - 바늘의 한쪽만 문지른 것보다 바늘 전체를 문지른 바늘에 더 많은 핀이 붙습니다.

### 자료 변환의 유형

유형	특징
표	많은 데이터를 체계적으로 정리하여 나란하게 배치하는 방법
막대 그래프	수직, 수평 막대를 사용하여 변수의 양을 비교하는 데 사용하는 그래프
원 그래프	전체의 비율로서 결과를 보여 주는 그래프
선 그래프	변수 사이의 관계나 전체적인 경향성을 선으로 표현한 그래프

### 자료 변환 및 자료 해석 지도 시 유의 사항

- ① 표나 그래프로 자료를 변환할 때에는 조작 변인과 종속 변인의 관계를 잘 나타낼 수 있는 유형을 선택한다.
- ② 2개의 단순한 표는 하나의 복잡한 표보다 효과적이다.
- ③ 표의 제목은 간결하게 붙인다.
- ④ 그래프에서 독립 변인은 가로축에, 종속 변인은 세로축에 나타낸다.
- ⑤ 막대 그래프의 막대는 전체 그래프에서 중심에 위치해야 한다.
- ⑥ 원 그래프는 가장 큰 자료부터 12시 방향에서 시작하여 시계 회전 방향으로 나타낸다.
- ⑦ 학생들이 변환된 자료를 무조건 암기하거나 수동적으로 받아들이는 것이 아니라, 조작 변인과 종속 변인의 관계를 찾아 이해하도록 지도한다.

## 결론 도출

결론 도출은 자료 해석을 통해 가설의 옳고 그름을 판단하는 과정이다. 결론 도출은 탐구 활동 전체에 대한 정리 단계로서, 결론 도출을 통해 자신의 가설에 의미를 부여하고, 또 다른 의문을 떠올릴 수 있다.

### 활동 안내

“왜 바늘 전체를 자석으로 문지르는 것일까?”의 탐구 과정 속에서 자료 해석을 바탕으로 결론이 도출되는 과정을 경험해 보고, 결론의 역할이 무엇인지 생각해 보게 한다.

- ▷ 실험 결과를 해석한 내용은 무엇입니까?
  - “바늘의 한쪽 끝만 문지른 것보다 바늘 전체를 문지른 바늘에 더 많은 핀이 붙는다.”입니다.
- ▷ 실험 결과는 실험을 시작하기 전에 세웠던 가설을 뒷받침하는 증거가 됩니까?
  - 가설은 ‘바늘의 한쪽 끝만 문지르면 한쪽 끝만 자화되어 약한 자석이 되고, 바늘 전체를 문지르면 바늘 전체가 자화되어 센 자석이 되기 때문에 바늘 자석을 만들 때 바늘 전체를 자석으로 문지르는 것이다.’입니다. 실험 결과, 바늘의 한쪽 끝만 문지른 것보다 바늘 전체를 문지른 바늘에 더 많은 핀이 붙는다 것을 알 수 있습니다. 바늘 자석에 붙는 핀의 개수가 많다는 것은 바늘 자석의 세기가 세다는 것이므로 실험 결과는 가설을 뒷받침하는 증거가 됩니다.
- ▷ 만약 실험 결과가 가설을 뒷받침하는 증거가 되지 않는다면, 어떻게 해야 합니까?
  - 실험을 다시 합니다.
  - 새로운 실험을 설계합니다.
  - 가설을 다시 세웁니다.
- ▷ 이 탐구 주제의 결론은 무엇입니까?
  - 자석으로 바늘 전체를 문지르면 바늘이 강한 자석이 되고, 한쪽 끝만 문지르면 약한 자석이 된다는 것입니다.
- ▷ 결론 도출을 한 후에는 무엇을 해야 합니까?
  - 다른 사람들에게 실험 과정과 결론을 알립니다.

### 결론 도출

실험 결과를 바탕으로 처음에 세웠던 가설이 옳는지 그른지 판단하여 보세요.

“실험을 통해 자석으로 바늘 전체를 문지르는 경우가 한쪽 끝만 문지르는 것보다 바늘 끝에 붙는 못핀의 수가 많다는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 자석으로 바늘 전체를 문지르면 강한 자석이 되고, 한쪽 끝만 문지르면 약한 자석이 될 것이라는 나의 가설이 옳았음을 알 수 있다.”

### 일반화

아래에 제시된 여러 가지 실험 결과로 알 수 있는 것은 무엇인가요?

**막대형 쇠**

막대형 쇠를 한쪽 끝만 자석의 N극으로 문질렀을 때

막대형 쇠의 전체를 자석의 N극으로 문질렀을 때

**V자형 쇠**

V자형 쇠를 한쪽 끝만 자석의 N극으로 문질렀을 때

V자형 쇠의 전체를 자석의 N극으로 문질렀을 때

**일자형 쇠**

일자형 쇠를 한쪽 끝만 자석의 N극으로 문질렀을 때

일자형 쇠의 전체를 자석의 N극으로 문질렀을 때

문지르는 방법 \ 쇠의 모양	막대형	V자형	일자형
자석의 N극으로 쇠의 한쪽 끝만 문지른 경우	3	2	2
자석의 N극으로 쇠 전체를 문지른 경우	4	3	3

### 결론 도출 지도 시 유의 사항

- ① 가능한 한 간단 명료하게 진술해야 한다.
- ② 가설을 지지하는 조사 결과와 실험 결과를 잘 정리해야 한다.
- ③ 수집한 실험 결과를 바탕으로 결론을 도출해야 하고, 과도한 예상과 추리를 하지 않는다.
- ④ 실험 보고서에서 결과와 결론이 중복 진술되지 않도록 하고, 실험 결과에 바탕을 두어 논리적으로 추론하여 명료하게 기술한다.

## 일반화

일반화는 여러 가지 실험을 통하여 확인된 사실에서 규칙성을 발견하여 과학적 원리와 법칙을 찾아내는 과정이다. 일반화를 통하여 과학 지식을 형성해 나갈 수 있으며, 이러한 과학 지식을 다양한 상황에 적용하여 과학적 현상을 예측하고 설명할 수 있다.

### 활동 안내

여러 탐구들의 결론에서 공통적으로 발견되는 규칙성은 주변 현상을 설명할 수 있는 과학 지식이 되고, 이러한 지식이 모여 이론, 원리, 법칙으로 발전하는 일반화의 과정에 대하여 생각해 보게 한다.

- ▷ 이 탐구의 결론은 무엇입니까?
  - 자석으로 바늘 전체를 문지르면 바늘이 강한 자석이 되고, 한쪽 끝만 문지르면 약한 자석이 된다는 것입니다.
- ▷ 바늘이 아닌 다른 모양의 금속도 문지르는 방법에 따라 자석의 세기가 달라질까요?

- 막대형 쇠도 한쪽 끝만 문질렀을 때보다 전체를 문질렀을 때 더 강한 자석이 되었습니다.
- V자형 쇠도 한쪽 끝만 문질렀을 때보다 전체를 문질렀을 때 더 강한 자석이 되었습니다.
- 일자형 쇠도 한쪽 끝만 문질렀을 때보다 전체를 문질렀을 때 더 강한 자석이 되었습니다.
- ▷ 이러한 현상에서 공통적으로 알 수 있는 것은 무엇입니까?
  - 자석으로 쇠 전체를 문지르면 한쪽 끝만 문지르는 것보다 더 강한 자석이 됩니다.
- ▷ 이와 같이 여러 연구들의 결론에서 공통적으로 발견되는 규칙성은 하나의 과학 지식이 되고, 이러한 과학 지식이 모여 이론, 원리, 법칙이 되는 과정을 ‘일반화’라고 합니다. 일반화된 과학 지식은 우리 생활에 적용되어 우리 생활을 편리하게 하는 생활 도구를 만듭니다.

### 일반화의 유형

유형	의미
이론	사실, 개념, 법칙으로 이루어져 있으며, 이들의 관계를 설명하는 것
원리	법칙과 혼용되어 사용되는 용어이지만 원리가 법칙보다 더 포괄적인 의미를 가진다. 원리는 논리적 관계, 연산 기호, 수학적 공식 등으로 서술함.
법칙	관찰 사실을 바탕으로 도출한 것으로서, 구체적인 상황이나 특정한 체계 안에서 여러 가지의 개념의 관계를 설명하는 것

### 일반화 지도 시 유의 사항

- ① 여러 연구의 실험 결과에 근거하여 규칙성을 발견하게 한다.
- ② 지나친 추리나 과도한 일반화를 하지 않게 한다.
- ③ 이끌어 낸 법칙이나 원리가 새로운 현상을 설명할 수 있는 설명력을 가지고 있는지 확인한다.
- ④ 기존의 과학 현상뿐만 아니라, 앞으로 일어날 상황을 예측할 수 있는 예측력을 가지는지 확인한다.
- ⑤ 초등학교 교과서 수준에서는 일반화 과정이 거의 제시되어 있지 않으며, 초등학생이 일반화 과정을 경험하기는 어려우므로 깊이 있는 내용을 지도하지는 않는다.