

KTOP (Korean Teaching Observation Protocol)¹⁾

항목		내용	
기본철학	1. 구성주의	1-1. 학생들이 학습에 능동적으로 참여하였다.	
		1-2. 학생들이 학습목표와 수업과정, 학습결과를 메타인지적으로 인식하도록 하였다.	
		1-3. 교사는 학생 활동을 돕는 조연자 역할을 하였다.	
목표	2. 과학의 본성	2. 학생들이 과학의 본성을 이해하도록 도왔다.	
	3. 개념이해	3-1. 학생들이 자신의 선행지식을 반추하도록 돕고, 오개념이 있는 경우에는 개념변화 모델을 활용하였다.	
		3-2. 핵심적인/주요 개념을 올바르게 정확하게 설명하였다.	
		3-3. 어려운 개념과 추상적 개념(기호, 그래프, 등)을 쉽게 이해할 수 있도록 하였다.	
		3-4. 학생들이 능동적으로 탐색하고 추론하여 자신의 이해와 모델을 구성해 나가는 활동을 하였다.	
		3-5. 학생들이 자신, 또는 다른 학생의 이해를 메타인지적으로 인식하도록 하였다.	
		3-6. 학생들이 기본적으로 이해한 개념을 보다 복잡하고 넓은 상황으로 확장할 수 있도록 하였다.	
	4. 탐구	4-1. 실험에 필요한 준비가 잘 되었고, 실험 후 정리 활동이 잘 되었다.	
		4-2. 실험 시작 전과 수행 과정 중, 중요한 안전지도가 잘 이루어졌다.	
		4-3. 학생들이 사전에 습득하고 있는 탐구기능을 점검하고, 필요한 경우 잘못된 탐구기능을 바로 잡기 위한 지도가 이루어졌다.	
		4-4. 학생들이 실험을 기계적으로 따라하기 보다는 탐구과정을 메타인지적으로 인식하도록 하였다.	
		4-5. 필요한 경우, 탐구기능(관찰, 변인통제, 가설설정 등)을 익히기 위한 지도가 이루어졌다.	
		4-6. 탐구결과를 목표나 가설과 비교하여 평가하거나, 탐구결과에서 나타난 오류의 원인을 추론하는 활동을 하였다.	
		4-7. 학생들이 다양한 유형의 탐구실험(가설 검증 실험, 귀납적으로 법칙/규칙성 찾기 실험 등)을 수행하였다.	
	5. 사고의 계발	5-1. 학생들이 과학적 사고(연역, 귀납, 귀추 등)를 계발하도록 격려했다.	
		5-2. 학생들이 지지증거를 이용한 논증과 토의를 통해 자신의 주장을 계발하도록 하였다.	
		5-3. 학생들이 다양한 활동을 통해 창의적 사고를 계발하도록 격려했다.	
	6. 동기유발/흥미	6. 적절한 방법을 활용하여 흥미와 동기를 유발시켰다.	
	활동	7. 연관성	7-1. 다른 수업이나 다른 과목에서 배운 내용들과 연계하여 지도하였다.
			7-2. 학생들이 수업내용을 다양한 상황(일상생활, 기술/공학, 환경적 상황 등)에 적용하였다.
		8. 학습전략/매체 활용	8-1. 비유, 개념도 등과 같은 다양하고 적절한 수업전략들을 활용하였다.
8-2. 컴퓨터, 그림, 그래프, 동영상, 시범 등 다양하고 적절한 학습매체를 활용하였다.			
8-3. 학생들이 활동지, 게임, 역할극 등 다양한 학습 활동에 적극적으로 참여하였다.			
9. 협동과 의사소통		9-1. 학생들이 그룹 활동을 통해 협력적으로 학습하도록 격려했다.	
		9-2. 토론과 발표 등을 통해 학생과 교사간, 학생간 의사소통이 활발하게 일어났다.	
		9-3. 학생들이 적극적으로 질문하고 답하며, 교사는 학생의 질문에 적절하여 답변해 주었다.	
평가		10. 평가	10. 학습목표와 연관된 적절한 평가를 수행하였다.

1) 박종원, 김영민, 박종석, 정진수, 박영신 (2013) 연구팀이 연구재단 지원사업(NRF-2011-32A-B00205)에 의해 개발한 것임.

1-1	학생들이 학습에 능동적으로 참여하였다.
정의	학생들이 교사의 강의를 수동적으로 듣기보다는 모둠별 활동, 발표, 토론, 게임 등의 다양한 활동을 하거나, 서로의 의견을 교환하고 발표하는 활동을 통해 수업에 적극적으로 능동적으로 참여하면서 진행되었다.
반례	<ul style="list-style-type: none"> 수업의 대부분이 교사의 강의 중심으로 진행되었고, 교사의 단답식 질문에 답하는 활동과 노트 필기 이외의 수업 참여 활동은 거의 없었다. 실험수업이나 모둠활동에서 한 두 명의 학생이 주도적으로 활동을 진행하고, 나머지 학생들은 수동적으로 참여하거나 거의 참여하지 않는다.
예	<ul style="list-style-type: none"> 활동지로 조별 활동을 하고, 활동결과를 칠판에 적고 발표하면서 진행하였다. 주요개념에 대해서 먼저 예상하게 하고, 선생님이 관련현상을 시범으로 보여주고, 관찰결과를 학생들이 활동지에 적으면서 예상과 비교해 보도록 하면서 수업이 진행되었다. 관찰한 또는 제시된 현상에 대해서 왜 그러한 현상이 일어나는지를 교사가 일방적인 설명을 제시하는 것보다는 그 이유에 대해서 옆에 동료 또는 모둠별로 서로 의견교환을 한 후 교사의 질문에 대답을 하는 식으로 수업이 진행되었다.

1-2	학생들이 학습목표와 수업과정, 학습결과를 메타인지적으로 인식하도록 하였다.
정의	학생들이 수업의 목표가 무엇인지, 수업 중 어떤 활동을 왜 하는지, 수업에서 최종적으로 배울 내용이 무엇인지 등을 교사가 단순히 제시하기 보다는 학생들 스스로 인식하도록 돕는 활동(질문, 발표, 토론, 활동지에 적기 등의 활동)이 포함되어 있다.
반례	<ul style="list-style-type: none"> 수업목표를 수업 처음에 읽었을 뿐, 수업 중간이나 끝까지 배운 내용을 수업목표와 연결지어 보도록 하지 않았다. 수업이 끝난 후에 오늘 배운 내용이 무엇인지를 반추하는 활동이 없었다.
예	<ul style="list-style-type: none"> 수업 중, “지금 이 활동은 어떤 수업목표와 관련된 것이지요?”하고 학생들에게 질문하고 발표하도록 하였다. 수업 중, 다른 수업목표에 해당되는 내용으로 바뀌면서 “자, 이제부터는 두 번째 수업목표에 대한 내용을 공부해 봅시다.”와 같이 배울 수업내용과 학습목표를 연결짓도록 도왔다. 학습 주제에 대해서 여러 질문을 통해 학생들의 궁금증을 증폭시킨 후 자연스럽게 학습목표를 제시하였으며, 이를 바탕으로 그러한 궁금증을 위해서 어떠한 실험을 할 수 있는지를 질문하였고, 학생들의 의견을 바탕으로 역시 오늘 하고자 하는 실험을 자연스럽게 소개하였다.

1-3	교사는 학생 활동을 돕는 조연자 역할을 하였다.
정의	학생들의 활동(활동지 활동, 토론, 조별활동, 실험, 질문하고 답하기 등)을 조별, 개인별로 격려하고 적극 도와주며, 학생의 학습을 도와주는 역할을 한다. 그러나 학생의 활동을 교사가 모두 대신해 주는 정도의 안내는 오히려 학생의 활동을 방해할 수 있다.
반례	<ul style="list-style-type: none"> 활동지를 조별로 하는 중, 어려움이 있는 학생(조)이 있었지만, 교사는 그 학생(조)을 위한 도움을 주지 않아, 결국 학생(조)의 활동이 성공하지 못했다. 활동지 활동(또는 실험)이 주어졌지만, 사전에 교사가 너무 자세하게 단계별로 시연까지 하면서 설명을 하여, 학생이 단계별로 교사의 지시대로 그대로 따라할 수 있도록만 진행하였다.
예	<ul style="list-style-type: none"> 학생들의 활동지 활동을 보면서 어려움이 있는 부분이 관찰되면, 직접 지도해 주고, 나머지 학생을 위해서도 “잠시, 이 부분 설명을 들어보세요” 하면서 추가 설명을 해 주었다. 학생이 실험활동이나 모둠 활동을 하는 중, “이건 어떻게 하면 되지?” “그건 무슨 의미지?”, “왜 그러지?” 등과 같이 활동 내용을 학생들이 잘 수행하고 이해하도록 도와주는 역할을 하였다. 교사가 프레파라트 제작방법, 현미경 사용법, 상에서 공변세포 찾는 방법 등을 학생들이 실제로 잘 수행하는지 모둠별로 순회하면서 조언해주었다.

2	학생들이 과학의 본성을 이해하도록 도왔다.
정의	과학적 사고(귀납, 연역, 귀추)의 본성, 과학 탐구의 본성, 과학지식의 본성에 맞추어 학습이 진행하거나(첨부자료 1 참고), 과학자가 과학지식을 형성해 내가는 과정을 (간접적으로) 경험할 수 있도록 적절한 질문이나 활동을 수행하였다.
반례	<ul style="list-style-type: none"> • 학생들이 배운 과학지식이 절대적으로 옳은 것으로 표현하고, 조건이 달라지거나 과학이 발전하면서 법칙이 달라질 수 있다는 가능성을 전혀 알려주지 않았다. • 학생들이 이해할 것이라고 가정하고, “과학적 관찰은 이론의 의존한다”와 같이 과학의 본성 내용을 명시적으로 안내해 주지 않았다.
예	<ul style="list-style-type: none"> • 실험을 통해 이론을 지지하는 결과를 얻은 후에, “그러므로, 이론이 옳다”고 결정적으로 말하기 보다는, “아직까지는 이론이 맞지만 다른 이론이 나올 가능성은 열어두어야 한다”고 설명해 주었다. • 실험과정 후에 실험이 예상된 것과 다른 결과를 나타냈을 때, 단순히 옳은 것과 아닌 것으로 구분짓지 않고, 실제 실험에서는 다양한 결과가 나올 수 있고, 같은 결과에 대해서도 다양한 해석이 가능하다는 것을 인식하도록 하였다. • 현재 배우고 있는 교과서의 지식이 역사적으로 어떻게 변해 온 것인지 설명한다. • 모듈별로 발표한 가설 중 가장 적절한 가설을 선택할 때 서로 논의하여 결정하게 함으로써 과학 활동에서 사회적 상호작용이 중요하다는 것을 인식하게 하였다.

3-1	학생들이 자신의 선행지식을 반추하도록 돕고, 오개념이 있는 경우에는 개념변화 모델을 활용하였다.
정의	학습내용과 관련해, 이전의 학습내용을 점검하거나, 학생에게 질문하고 학생의 대답을 이용해 수업을 진행하였다. 또한 학생이 가진 선개념이나 오개념을 점검하고, 오개념인 경우에는 인지갈등을 통해 개념변화 수업을 진행하였다.
반례	<ul style="list-style-type: none"> • 수업 내용을 이해하기 위해 사전지식이 필요한 상황이었으나, 사전지식을 확인하거나 안내해 주지 않고 수업을 진행하여, 사전지식이 부족한 몇몇 학생들은 수업 내용을 이해하지 못했다. • 수업 내용에 대해 잘 알려진 오개념이 있을 것으로 예상되에도 불구하고, 오개념을 조사하거나, 변화시키기 위한 특별한 전략이 없다.
예	<ul style="list-style-type: none"> • 선개념 조사지(문항)을 이용해 학생의 선개념을 조사하고, 시범을 통해 인지갈등을 인식하게 한 다음에, 비유를 통해 새로운 현상의 이해를 돕기 위한 수업을 하였다. • 본 수업을 하기 전에 전시학습을 통해 지난 수업에 배운 개념을 확인하였고, 이를 바탕으로 오늘 학습할 내용을 지도하였다. 예를 들어, 이전에 배운 외호흡, 미토콘드리아의 구조 등을 본시 수업 내용인 세포호흡과 관련지어 설명하였다. • 본 수업 중에 배우게 되는 개념을 소개하기 전에 새로 배울 개념과 관련된 사전 경험을 발표하게 하였다. • 공변세포와 기공의 모양을 관찰하기 이전에 공변세포와 기공을 그려보게 함으로써 학생들의 생각을 확인하였다.

3-2	핵심적인/주요 개념을 올바르게 정확하게 설명하였다.
정의	논리적이고 과학적인 근거를 가지고 과학개념을 정확하게 정의하고 설명하며, 주요 개념을 빠짐없이 설명하였다.
반례	<ul style="list-style-type: none"> • 전기에너지와 전기적 위치에너지를 각각 옳게 설명하였으나, 둘이 서로 같은 것임을 분명하게 알려주지 않았다. • 교사가 과학적으로 틀린 설명을 하였다. • 중요하고 핵심적인 개념인데 빠뜨리고 설명해 주지 않았다. • 과학적으로 정확하지 않은 일상적 용어를 사용하거나, 잘못된 이해나 오해를 할 수 있는 설명을 하였다.
예	<ul style="list-style-type: none"> • ‘일’을 설명하면서 ‘힘’이 일을 하는 것이라고, 일의 주어를 명확하게 도입하였다. • 실험과정에서 오산화인이 생기는 과정을 화학기호와 화학식으로 정확하게 설명하였다. • 공변세포와 기공의 개념을 “OOO”이라고 정확하게 설명하였다.

3-3	어려운 개념과 추상적 개념(기호, 그래프, 등)을 쉽게 이해할 수 있도록 하였다.
정의	직접 관찰하거나 경험하기 힘든 추상적인 개념이나 공식, 기호나 그래프, 등을 이해하기 쉽게 하기 위해, 개념을 간단 명료하게 정의하고, 구체적인 예를 들거나, 배운 내용을 정리하기 등을 통해 학생이 쉽게 이해할 수 있도록 하였다.
반례	<ul style="list-style-type: none"> 추상적이고 어려운 개념을 그대로 제시할 뿐, 학생의 이해를 돕기 위한 추가 설명이나 예, 또는 활동이 없었다. 보일 법칙을 단순하게 공식만 제시하고, 공식을 이용한 계산 활동만 하였다.
예	<ul style="list-style-type: none"> 뉴턴 운동법칙 공식을 '000 게임' 활동을 이용하여 설명하였다. 분자개념을 모형을 이용하여 보여주면서 설명하였다. 전기장을 자기장과 비교하여 설명하였다. 지구의 공전으로 인해 생기는 태양의 연주운동과 별의 연주운동을 칠판에 그림을 그려가면서 설명하였다. 또는, 호흡과 연소의 과정에서 발생하는 에너지의 차이를 그림으로 보여주며 설명하였다.

3-4	학생들이 능동적으로 탐색하고 추론하여 자신의 이해와 모델을 구성해 나가는 활동을 하였다.
정의	정해진 답이나 교과서에 제시된 설명을 그대로 전달하기 보다는 학생들이 토론이나 탐색 등의 활동을 통해 스스로 자신의 생각을 표현하고, 비교하고, 수정하면서 나름대로 이해해 나갈 수 있도록 수업을 진행하였다.
반례	<ul style="list-style-type: none"> 학생이 자신이 이해한 것을 발표한 적이 전혀 없다. 교사의 일방적인 설명으로 모든 내용이 제시되었고, 학생들이 자신이 스스로 이해하도록 하는 활동이 전혀 없었다.
예	<ul style="list-style-type: none"> 여러 가지 상황에서 운동하는 물체들을 제시하고, 각각의 경우에서 알짜힘의 방향을 스스로 찾아 화살표로 표시해 보고, 다른 사람과 비교하면서 수정하는 활동을 하였다. 매달 다른 별자리가 보이는 과정을 교사가 질문하였고, 학생들은 모둠별로 그 질문을 탐색하여 발표하고 서로의 의견을 비교하였다. 공변세포의 모양을 잎의 앞면과 뒷면에서 관찰하게 하여, 관찰결과를 스스로(또는 모둠별로) 정리하게 하면서 특징을 발견하도록 하였다.

3-5	학생들이 자신, 또는 다른 학생의 이해를 메타인지적으로 인식하도록 하였다.
정의	학생들이 자신이나 다른 친구들이 배운 내용을 잘 알았는지, 모르는 것이 무엇인지, 불명확한 것이 무엇인지 등을 반추해 보도록 하였다.
반례	<ul style="list-style-type: none"> 수업이 진행되는 동안, 한번도 “궁금한 것 없으세요?”라든가 “이해되지 않는 부분이 있으면 질문하세요”라는 질문이 전혀 없었다. 활동지 활동을 한 후에, 활동결과를 다른 학생들과 비교하지 않는 등, 활동결과가 잘 수행되었는지에 대한 점검이 없었다.
예	<ul style="list-style-type: none"> “오늘 배운 내용이 뭐지요?”, “오늘 배운 내용 중에서 잘 모르는 부분을 적어봅시다, 그리고 옆의 사람과 비교해 보세요” 등과 같은 질문을 통해 학생들이 자신이 배운 내용에 대해서 되돌아 보도록 하였다. “오늘 굴절에 대해서 배운 것을 철수가 발표해 보세요”, “철수가 말한 것 이외에 또 말해 볼 사람 있으세요?”와 같이 서로 비교하면서 배운 내용을 정리하는 활동을 하였다.

3-6	학생들이 기본적으로 이해한 개념을 보다 복잡하고 넓은 상황으로 확장할 수 있도록 하였다.
정의	주요 개념에 대해 기초적인 이해를 한 다음에 여러 가지 상황에 적용하면서 배운 내용을 확장할 수 있도록 하였다. 그러나 교육과정의 범위를 벗어나지 않도록 하였고, 주요 개념을 보다 더 잘 이해할 수 있도록 돕기 위해 도입되었다.
반례	<ul style="list-style-type: none"> 기본개념만 설명하고 개념이 적용될 수 있는 다양한 사례를 다루지 않았다.
예	<ul style="list-style-type: none"> 굴절 개념을 배운 후에, 물 컵에 동전이 떠올라 보이는 현상, 물 컵에 담긴 막대가 꺾여 보이는 현상, 어항 속의 물고기가 커 보이는 현상을 설명하고, 관련 속담도 예를 들어 설명하였다. 양쪽이 볼록한 볼록렌즈를 배운 후에, 한 쪽은 평편하거나 오목한 볼록렌즈도 추가로 다루면서 관찰하였다. 연소와 관련된 다양한 현상과 세포호흡으로 얻은 에너지를 이용하는 다양한 예 (근육운동, 신호전달 등)를 생각하여 발표하게 하였다.

4-1	실험에 필요한 준비가 잘 되었고, 실험 후 정리 활동이 잘 되었다.
정의	실험을 하기 위해 필요한 장비가 모듬별로 준비되어 있거나, 교사가 조원을 통해서 배부하는 단계가 있으며, 실험 중이나 후에 필요한 뒷정리를 하도록 안내하였다.
반례	<ul style="list-style-type: none"> 실험을 수행하는 중 빠진 실험준비물이 있었다. 적절하지 않은 실험준비물로 준비되어 실험진행에 차질이 있었다.
예	<ul style="list-style-type: none"> 붉은 인 실험을 위한 실험도구가 실험실의 모듬별 책상 위에 잘 정리되어 있었다. 실험 후에는 책상 위에 학생들이 가지런히 정리하도록 하였다.

4-2	실험 시작 전과 수행 과정 중, 중요한 안전지도가 잘 이루어졌다.
정의	실험이 잘 되기 위한 특별한 조건이나 방법에 대한 안내가 주어지고, 특히 필요한 안전지도를 실험 전에 설명해 주었다.
반례	<ul style="list-style-type: none"> 식물의 잎을 자를 때 면도날의 위험성을 인식하는 지도를 하지 않았다. 실험 후에 시약을 시약통에 버리도록 하지 않아 학생들이 싱크대에 버렸다. 타점기 사용법을 사전에 잘 알려주지 않아, 학생들이 여러번의 시행착오를 거치면서 시간을 낭비하였다.
예	<ul style="list-style-type: none"> 성냥을 이용한 불을 다루는 실험에서 불에 대한 각별한 안전지도를 하였다. 실험 중 유리기구가 깨졌을 때, 안전하게 잘 처리하였다. 실험시 유의사항을 읽고 학생들에게 따라 읽도록 하였다. 붉은 인 실험에서 어떤 도구를 사용해야 관찰결과를 잘 얻을 수 있는지에 대한 안내가 잘 제시되어 있다. 정확한 수위를 표시하기 위해서 고무밴드를 어떻게 다뤄야 하는지를 설명하였고, 수위의 상승이 멈췄을 때 산소가 있는지를 확인하기 위해 필요한 방법을 안내해 주었다.

4-3	학생들이 사전에 습득하고 있는 탐구기능을 점검하고, 필요한 경우 잘못된 탐구기능을 바로 잡기 위한 지도가 이루어졌다.
정의	특정 탐구기능에 대해서 학생들이 못하는 경우가 있거나, 특정 실험도구를 잘 사용하지 못하는 경우를 잘 파악하고 있으며, 이러한 부족한 탐구 및 실험기능을 잘 안내 주는 내용이나 활동이 포함되어 있다.
반례	<ul style="list-style-type: none"> 전류계를 사용하는 실험을 하면서, 전류계 사용법에 대한 점검을 하지 않아, 몇몇 학생들이 전류계를 잘못 연결하는 경우가 관찰되었다. 측정한 결과를 이용한 그래프를 그릴 때, 그래프 작성법이 부족한 학생들이 있었으나 그 학생들을 위한 지도가 없었다.
예	<ul style="list-style-type: none"> 붉은 인 실험을 하기 위해 단계별 안내를 하였을 때 이해가 안되는 부분에 대해서 질문이 나오면, 교사가 시범과 함께 자세하게 설명해 주었다. 현미경을 사용하여 식물의 잎을 관찰할 때 현미경 사용 방법을 설명해 주었다. 스포이드 사용 중 거꾸로 드는 등 잘못된 사용법이 관찰되었을 때, 옳은 사용을 하도록 교정해 주었다. 그래프를 그리기 전에 그래프 작성법에 대해 먼저 발표하게 하고, 정리한 후에 그래프를 그리도록 하였다.

4-4	학생들이 실험을 기계적으로 따라하기 보다는 탐구과정을 메타인지적으로 인식하도록 하였다.
정의	실험활동지에 기술되어 있는 실험과정을 요리책 식으로 따라하는 과정이 아니라, 각 단계(또는 과정)의 목적이나 유의점, 또는 왜 그런 과정으로 실험하는지 등을 스스로 생각해 보거나 토론하는 활동이 포함되어 있다.
반례	<ul style="list-style-type: none"> 탐구활동을 수행하는 중, '이 활동을 왜 하지?'와 같은 질문에 적절하게 대답하기 못하고 지시대로 따라하기만 한다. 탐구활동 중, 특별히 주의해야 할 단계나 특별한 관찰/실험방법에 대해서 왜 그렇게 해야만 하는지에 대해서 전혀 이해하지 못하고 있다. 탐구활동지의 안내 내용을 주의깊게 읽지 않고, 주변 친구의 활동을 따라 하거나 주변 친구의 지시에만 의존하여 실험을 수행한다. 교사가 탐구과정을 하나하나 설명하면서 학생들이 그대로 따라하게 하였다.
예	<ul style="list-style-type: none"> 공기 중 산소의 부피를 확인하기 위한 실험에서 먼저 실험방법을 학생들에게 질문해 보고, 그 후에 교과서 탐구실험 방법을 소개하였다. 왜 붉은 인을 사용하는지, 왜 0.2 그램을 넣어야 하는지 등 실험과정의 취지를 학생들에게 물어 확인하였다. 활동지에도 실험과정만 단순히 기술되어 있는 것이 아니라, 왜 이러한 장비를 사용하는지, 왜 그런 방법으로 실험해야 하는지 등을 정리하는 활동이 포함되어 있다. 학생들이 식물의 잎으로 프레파라트를 제작하는 과정에서, 식물의 잎을 얇게 벗겨야 하는 이유를 생각해 보고 발표하게 하였다. 교과서대로 활동하기 보다는 활동지를 통해 교과서 외의 방법으로 관찰하거나 측정하는 방법을 생각해 보거나, 스스로 다른 탐구방법을 생각해 보도록 하였다.

4-5	필요한 경우, 탐구기능(관찰, 변인통제, 가설설정 등)을 익히기 위한 지도가 이루어졌다.
정의	‘관찰해 보자’, ‘변인을 통제해 보아라’, ‘가설을 제안해 보자’와 같은 단순한 안내만 주어지는 것이 아니라, 어떻게 관찰해야 하는지, 어떻게 변인을 통제해야 하는지, 어떻게 가설을 설정해야 하는지 등에 대한 필요한 안내나 지도나 설명이 주어진다.
반례	<ul style="list-style-type: none"> • 단순히 ‘가설을 제안해 보자’라고만 할 뿐, 어떻게 가설을 제안해야 하는지, 가설을 제안할 때 유의점은 무엇인지에 대한 안내가 전혀 없다. • 변인설정하는 법을 배우는 활동이나, 변인통제 과정에서 독립/종속/통제변인을 확인해 보는 활동 등이 없다. • 실험 설계하는 법을 배우는 활동이 없다.
예	<ul style="list-style-type: none"> • 양금이 생성된 것을 관찰할 때 색만 보는 것이 아니라 냄새를 통한 관찰도 가능하다고 안내하여 ‘관찰은 시각뿐 아니라 오감을 이용하여 할 수 있다’는 것을 안내해 주었다. • 가설을 제안할 때 다른 지식이나 경험을 활용할 필요가 있다거나, 가설은 정답이 아니고 가능성 있는 임시적인 답이라거나, 가설은 하나일 필요가 없다는 등의 안내를 해 주었다. • 학생들이 스스로 변인을 설정해 보도록 하기 위해, “또 무엇을 측정해 볼 수 있는지 생각해 보자”와 같은 활동을 하였다. • 변인을 조작하면서 종속변인을 측정할 때, 단순히 측정만 하지 않고, 무엇이 독립변이고, 종속변인인지, 그리고 통제변인은 무엇인지 정리하는 활동을 하였다. • 학생들이 모든 실험단계를 스스로 설계하지는 못하지만, 실험설계 능력을 키워주기 위해, ‘실험단계 순서대로 맞추어 보기’, ‘실험단계 중에서 잘못된 단계 수정하기’ 등의 활동을 하였다.

4-6	탐구결과를 목표나 가설과 비교하여 평가하거나, 탐구결과에서 나타난 오류의 원인을 추론하는 활동을 하였다.
정의	탐구결과에 대한 다양한 해석을 격려하고, 탐구결과가 목표나 가설과 부합하는지 점검하며, 탐구결과에 예상치 못한 오차가 포함되거나, 예상과 다른 결과가 나온 경우에는 다양하게 그 원인을 반추하는 활동을 하였다.
반례	<ul style="list-style-type: none"> • 학생들이 얻은 결과나 결론이 실험목표에 해당되는 것인지 비교해 보는 활동이 없다. • 대부분 실험결과가 이론과 다를 수 있는데, 단순히 오차라고만 할 뿐, 오차의 원인을 생각해 보거나 정리 또는 발표하는 활동이 없다.
예	<ul style="list-style-type: none"> • 붉은 인 실험에서 실험을 단계별로 잘 수행했음에도 불구하고, 산소의 부피가 16%부터 25%까지 다양하게 나온 것에 대해서 의견을 교환하고 발표하게 하였다. • 실험이 실패하거나 잘못 나온 경우, 왜 그런지에 대해서 발표하도록 하였다. 그리고 발표한 내용을 모아 실험에 미치는 주요영향들을 정리하여 리스트화하였다. • 자신이 생각하는 공변세포의 모양을 예상하여 그린 후, 현미경을 통해 관찰하고, 관찰결과를 예상과 비교하여 평가하게 하였다.

4-7	학생들이 다양한 유형의 탐구실험(가설 검증 실험, 귀납적으로 법칙/규칙성 찾기 실험 등)을 수행하였다.
정의	1년 내내 동일한 유형의 실험만 하는 것이 아니라, 실험주제에 따라 적절하게 귀납적으로 규칙성을 찾는 실험, 탐구문제에 따라 실험방법이나 실험단계를 설계하는 실험, 예상과 관찰결과를 비교하고 설명해 보는 실험, 가설을 검증하는 실험 등 다양한 유형의 실험을 수행하였다.
반례	<ul style="list-style-type: none"> • 학생들이 먼저 예측해 보고(또는 가설을 제안해 보고), 결과를 얻어 비교해 볼만한 실험내용인데, 늘 하던대로 예측활동 없이 수동적으로 관찰하고 관찰결과를 정리하는 과정으로 실험하였다. • 1년 내내 수행하는 탐구실험이 ‘관찰하거나 측정하고, 관찰/측정결과를 표나 그래프로 나타내고, 결론을 이끌어내는 단계’로만 진행되었다.
예	<ul style="list-style-type: none"> • 교과서의 실험을 있는 그대로 따라하기 보다는 실험주제에 적절하다고 생각되면 그 주제에 맞는 다른 유형으로 실험을 바꾸어 수행하였다. • 3가지 있을 관찰하여 앞의 앞면과 뒷면의 공변세포 분포를 관찰하고, 관찰결과로부터 공통점과 차이점을 찾아 정리하는 귀납적 탐구를 수행하였다. • 전구의 밝기를 먼저 예측하게 하고, 직접 관찰하면서 예측과 비교해 본 다음에, 왜 전구의 밝기가 같거나 다른지 설명하는 단계로 실험을 수행하였다. • 특이한 현상을 먼저 관찰한 후, 왜 그런 현상이 생기는지 다양한 가설을 제안하고, 발표하고, 비교한 후에, 가설이 옳은지 확인해 보는 실험을 제안해 보는 활동을 수행하였다.

5-1	학생들이 과학적 사고(연역, 귀납, 귀추 등)를 개발하도록 격려했다.
정의	‘왜’ 또는 ‘어떻게’ 라는 질문에 답하기 위해 증거에 따라 논리적으로 설명하는 활동, 주어진 특징들을 보고 귀납적으로 일반화된 특성을 찾아보는 활동, 귀추적 사고를 통해 가설을 제안하는 활동 등 과학적 사고가 포함된 활동을 하였다.
반례	<ul style="list-style-type: none"> • 어떤 설명이 과학적으로 근거가 있는지, 어떤 법칙에 근거한 것인지 등을 생각해 보도록 하는 활동이 없이, 제시하거나 받아들이기만 하였다. • 귀납적 결론(예: 제한된 수의 관찰로부터 ‘항상’이라는 결론을 내린 경우)이 적절하지만, 절대적인 참일 수는 없다는 논의나 안내가 없었다. • 다른 지식이나 경험을 이용해서 가설을 제안해 보는 연습활동이 전혀 없었다.
예	<ul style="list-style-type: none"> • 왜 반대 계절의 별자리를 보게 되는지를 설명할 때, 지지 증거를 제시하도록 하였다. • 왜 수위가 올라오게 되는지를 앞서 실시한 실험과정 중에서 확인한 증거를 들어 논리적으로 설명하였다. • 10여 장의 사진 자료를 보고, 자료들 간의 공통된 특징을 찾아 발표하는 활동을 하였다. • 가설을 제안하기 위해, 관련된 유사한 현상을 기억하게 하고, 그것을 활용하여 설명하도록 안내해 주었다.

5-2	학생들이 지지증거를 이용한 논증과 토의를 통해 자신의 주장을 개발하도록 하였다.
정의	자신의 주장을 증거를 활용하여 논리적으로 펼치고, 다른 사람의 주장이나 교과서 내용 등에 대해서 근거를 가지고 논리적인 비판을 할 수 있도록 안내하고 격려했다.
반례	<ul style="list-style-type: none"> • 학생이 자신의 생각을 주장할 때, 자신이 주장한 것에 대한 근거를 대도록 하는 안내나 활동이 없이 주장만 하면서 진행되었다. • 학생이 자신의 생각을 주장할 때, 주장과 반대되는 반론을 제기하는 활동이 없었다. • 다른 사람의 반대되는 주장에 대해서 타당한 근거나 이유를 제시하지 못하고 다른 사람의 주장이 잘못되었다고만 주장하면서 진행되었다.
예	<ul style="list-style-type: none"> • 천동설과 지동설에 대한 역할극(과학사의 인물을 이용하여)을 통해, 관찰된 자연현상을 이용하여 각각의 주장을 하고, 상대방의 주장에 대해서 반론을 제기하는 활동을 하였다. • 판구조론 및 플룸구조론의 경우 각각의 이론으로 설명 못하는 자연현상에 대해서 반론을 제시하고 이에 대해서 변론하는 기회가 있었다. • STS 수업에서 핵발전소를 건설할 것인지에 대한 근거있는 주장을 하고, 제기된 주장에 대해서 근거있는 지지를 하거나, 근거있는 반론을 제기하는 활동을 하였다.

5-3	학생들이 다양한 활동을 통해 창의적 사고를 계발하도록 격려했다.
정의	과학적 상황에서, 또는 과학지식이나 과학적 탐구기능을 활용하여, 발산적 사고, 수렴적 사고, 또는 연관적 사고 등 창의적 사고를 계발하는 활동을 지도하였다.
반례	<ul style="list-style-type: none"> • 한가지로 정해진 답만 구하는 질문만 제시할 뿐, 발산적 사고를 위해서 다양한 답이 나오거나 정해지지 않은 답이 나올 수 있는 질문이 전혀 없다. • 아이디어를 내거나 탐구활동을 할 때, 독창성을 위해 남들이 미처 생각하지 못한 아이디어나 생각(또는 관찰 등)을 발표할 수 있는 기회가 전혀 없었다. • 창의적인 아이디어를 내는 활동은 하였으나(예: 다양한 무지개 생각해 보기), 그러한 생각이 과학적으로 근거가 있는지를 생각해 보는 활동이 없었다(예: 별모양 무지개가 실제로 가능한지 생각해 보기). • 여러 가지 현상(또는 개념)들이 도입될 때, 연관적 사고를 위해서 관련없어 보이는 현상(또는 개념)을 서로 연결시켜 보는 활동이 전혀 없었다.
예	<ul style="list-style-type: none"> • 지구의 온도가 5도씩 올라갔을 때 나타날 수 있는 자연현상에 대한 다양한 의견을 나름대로의 과학적 근거를 바탕으로 발표하도록 하였다. • 교과서 관찰활동 중에, 일반적으로 주어진 관찰뿐 아니라, 다양한 관찰을 해 보도록 하였고, 특히 다른 사람들이 관찰하지 못한 관찰을 찾아보도록 유도하였다. • 과학개념과 속담을 연결시켜 보는 활동(또는 전기개념과 파동개념과 같이 서로 다른 단원에 있는 개념들을 연결시켜 보는 활동)을 통해, 관련없어 보이는 것을 관련짓는 활동을 하였다. • SCAMPER 기법을 간단하게 안내해 주고, 교과서 실험 중, 주어진 실험방법을 다른 방법으로 개선해 보는 활동을 하였다. • 속도의 정의를 '시간/이동거리'로 바꾸어서 어떻게 의미가 달라질 수 있는지 다양한 의견을 발표하도록 하였다. • '스피커를 마이크로 사용하기'와 같이 과학개념을 학습한 다음에 배운 내용을 반대로 생각해 보는 활동을 하였다. • 길이를 측정하는 탐구활동 중, 길이를 측정하기 위해 일반적으로 자를 사용하지만, 자 이외의 방법으로 길이를 측정하는 방법을 생각해 보는 활동을 하였다.

6	적절한 방법을 활용하여 흥미와 동기를 유발시켰다.
정의	게임이나 재미있는 사례나 질문, 신기한 현상이나 체험 등을 활용해, 배우고자 하는 내용에 대한 흥미와 동기를 유발시키는 활동을 활용하였다.
반례	<ul style="list-style-type: none"> • 직접 시범(또는 애니메이션이나 시뮬레이션 등)을 보여주면서 흥미를 유발시킬 수도 있는 내용인데, 설명만 제시하였다. • 주변의 실제 경험을 이용해 설명하면 흥미를 유발시킬 수도 있었는데, 과학적인 상황에서 추상적으로만 설명하였다. • 게임과 같은 활동으로 내용을 정리하면 흥미롭게 학습할 수도 있었는데, 판서내용을 받아적는 활동만 하였다.
예	<ul style="list-style-type: none"> • 지구상의 여러 나라에서 찍은 서로 다른 은하수 사진을 이용하여 은하수에 대한 흥미를 유발시켰다. • 별자리를 이용하여 만든 노래를 들려주었다. • 재미있는 만화, 애니메이션 등을 이용하여 현상을 설명해 주었다. • 간단한 질문들이지만, 산소에 대해서 다양한 질문을 함으로서(예: 우리가 숨쉬는 것은 무엇이지? 산소는 얼마나 공기 중에 있을까? 다른 기체는 없을까? 산소가 있는지 어떻게 확인하지? 산소가 많으면 좋을까? 등...) 산소에 대한 궁금증이 생기도록 유도하였다. • 학생들이 관찰하고 싶은 식물을 직접 가져오게 하여 식물의 잎을 관찰하였다.

7-1 다른 수업이나 다른 과목에서 배운 내용들과 연계하여 지도하였다.	
정의	이전 수업이나 다음 수업, 서로 다른 단원의 개념이나 내용, 또는 과학 이외의 다른 수업 내용 등을 서로 연계하여 지도하였다.
반례	<ul style="list-style-type: none"> • 앞 시간에 배운 내용과 연결되지 않아, 학생들이 오늘 배우는 내용을 전혀 새로운 내용이라고 생각하고 있었다. • 하나의 큰 주제가 한 시간 수업으로 끝나지 않고 다음 시간에도 계속 연결됨에도 불구하고, 시간을 마치면서 다음 시간에 배울 내용에 대한 소개가 없었다.
예	<ul style="list-style-type: none"> • 지구과학 분야에서 붉은 인 실험을 할 때, 화학 분야에서 배운 화학식과 산소의 화학적 성질을 연계하여 설명하였다. • 소단원 내용을 개념도로 그려 이전에 배운 내용, 오늘 배운 내용, 앞으로 배울 내용을 전체적으로 소개해 주었다. • 화학에서 양금을 지도할 때, 일상생활에서 사용하는 ‘양금’이라는 단어의 국어적인 개념을 설명하고 과학적으로 이해시켰다.

7-2 학생들이 수업내용을 다양한 상황(일상생활, 기술/공학, 환경적 상황 등)에 적용하였다.	
정의	수업내용의 이해를 위해 추상적인 내용을 다양한 구체적인 상황에 적용하거나, 구체적인 상황에서 예를 들어 지도하였다.
반례	<ul style="list-style-type: none"> • 추상적인 그림으로 표현된 상황(네모, 직선 등으로만 표현된)에서 추상적인 설명만 제시되었고, 실제 상황과 연결지어 주지 않았다. • 주요개념(예: 무게)을 배운 다음에 배운 개념을 주변의 실제 사물이나 현상들에 적용해 보는 활동(예: 사과 하나의 무게는 얼마일까?)이 없었다.
예	<ul style="list-style-type: none"> • 별의 연주운동을 설명할 때, 학생들의 태어난 달의 별자리를 이용하여 설명하였다. • 전력의 개념을 배운 다음에 실제 주변의 전기제품들의 소모전력을 살펴보는 활동을 하였다. • 무게를 추상적으로 배운 다음에, 주변 사물을 직접 들어보면서 무게를 어렵게 보는 활동을 하였다.

8-1 비유, 개념도 등과 같은 다양하고 적절한 수업전략들을 활용하였다.	
정의	수업내용의 이해를 위해 비유, 모형, 개념도, V도, 퍼즐, 예시 등을 적절하게 활용하였다.
반례	<ul style="list-style-type: none"> • 추상적인 개념을 그대로 설명만 할 뿐, 이해를 돕기 위해 필요한 적절한 전략을 전혀 사용하지 않았다. • 단원을 마치면서 개념도로 앞에서 배운 전체 내용을 정리하면 좋을텐데, 전체적으로 정리하는 활동이 전혀 없이 단원을 마쳤다.
예	<ul style="list-style-type: none"> • 공변세포의 형태를 커피콩의 형태와 비교하며 설명하였다. • 빛의 굴절을 설명하기 위해 자동차가 모래밭에서 꺾이는 현상을 비유로 들어 설명하였다. • 화학실험을 V도를 이용하여 정리하였다.

8-2 컴퓨터, 그림, 그래프, 동영상, 시범 등 다양하고 적절한 학습매체를 활용하였다.	
정의	학습내용의 이해를 위해 필요한 다양한 학습매체나 도구(컴퓨터, 그림, 그래프, 동영상, 시범 등)를 적절하게 활용하였다.
반례	<ul style="list-style-type: none"> • 실제 사진을 보여주면 좋을 주제인데도 불구하고, 칠판에 개략적인 그림으로만 제시하였다. • 물리적으로 잘못 표현된 만화나 애니메이션을 사용하였다. • 충분히 시범을 통해 직접 관찰할 수 있는 현상인데도 불구하고, 그림으로만 제시하였다.
예	<ul style="list-style-type: none"> • 신기루 현상에서 빛이 휘는 그림을 애니메이션을 이용하여 설명하였다. • 별자리 연주운동을 설명하기 위해서 동영상을 활용하였다. • 붉은 인의 실험에서 실험과정에 대한 이해를 돕기 위해 가상실험을 보여주었다. • 이론수업에서 관련된 현상들을 ppt자료로 만들어 활용하였다.

8-3	학생들이 활동지, 게임, 역할극 등 다양한 학습 활동에 적극적으로 참여하였다.
정의	학생들이 참여할 수 있는 방법으로 활동지나 게임 등을 활용하여 학생들의 적극적인 참여를 유도하였다.
반례	<ul style="list-style-type: none"> • 활동지 활동을 하였으나, 양이 너무 많아 학생들이 주어진 시간 안에 마칠 수 없었다. • 활동지의 내용이 그림을 그리거나, 자신의 생각을 표현하는 등 다양한 활동으로 구성되어 있지 않고, 단순히 학습내용을 정리하는 식으로만 되어 있다. • 게임이나 역할극을 활용하여 수업을 하였지만, 학습과 연계되지 못하고 학생들이 놀이로만 생각하였다.
예	<ul style="list-style-type: none"> • 별자리의 연주운동을 설명하기 위해서 모닥불의 수건돌리기 활동이나 학생들이 직접 별과 태양 역할을 하는 역할극 상황을 활용하였다. • 학생들이 질문에 대한 답을 할 때, 가위바위보 활동을 통해서 적극적으로 질문에 답할 수 있도록 유도하였다. • 교과서에 없는 탐구활동지를 개발하여 학생들에게 나눠주어 탐구하는 동안 그 결과를 예상하고 기록하게 하였다.

9-1	학생들이 그룹 활동을 통해 협력적으로 학습하도록 격려했다.
정의	학생들이 함께하는 모둠활동을 수행하면서 역할분담을 하거나 서로의 학습을 도울 수 있는 활동이 포함되어 있다.
반례	<ul style="list-style-type: none"> • 모둠활동이 전혀 없어, 서로가 도와가면서 학습할 수 있는 기회가 주어지지 않았다. • 모둠활동을 하지만, 소수의 학생만이 활동을 주도하면서 나머지 학생들이 전혀 활동에 참여하지 않았다. • 모둠활동을 하지만, 역할분담이 적절하게 나누어지지 못하고 동일한 활동을 모든 학생이 동일하게 수행하면서 비효율적으로 진행되었다.
예	<ul style="list-style-type: none"> • 붉은 인 실험을 수행하고 활동지를 완성하는 과정에서 모둠별로 서로 도와가며 활동을 완성하였다. • 모둠별로 리더를 선출하고 모둠원들의 역할을 정하여 공변세포 관찰활동을 수행하게 하였다. • 실험결과를 조별로 정리한 후, 발표를 맡은 사람이 준비하여 발표하였다.

9-2	토론과 발표 등을 통해 학생과 교사간, 학생간 의사소통이 활발하게 일어났다.
정의	학생 활동에 기초한 발표, 토론, 논쟁 등의 활동을 통해 교사와 학생, 교사와 모둠, 또는 모둠 내에서 학생들 사이에 활발한 의사교환이 이루어졌다.
반례	<ul style="list-style-type: none"> • 학생들이 자신이 얻은 결과나 결론을 다른 학생의 경우와 비교해 보고, 토론해 보는 활동이 활동이 없다. • 활동지를 이용한 활동은 있었으나, 활동결과를 발표하고 비교하는 의사소통과정이 없었다.
예	<ul style="list-style-type: none"> • 모둠별 활동이나 반전체가 참여하는 활동에서, 학생들끼리 의견교환이 활발하게 이루어졌다. • 실험과정 수행 및 결과를 발표하고 비교하는 의사교환 활동이 활발하게 이루어졌다. • 공변세포의 모양을 그림으로 그려서 칠판에 붙이고, 자신들이 그린 그림에 대해서 설명하고 차이점들을 서로 토론하였다. • 별자리가 계절별로 다르게 나타나는 과정에 대해서 모둠별로 의논한 후에 의견을 하나로 모아 발표하였다.

9-3	학생들이 적극적으로 질문하고 답하며, 교사는 학생의 질문에 적절하여 답변해 주었다.
정의	교사가 질문한 후 충분한 응답시간을 주어 답할 수 있도록 하며, 학생들의 예상치 못한 응답을 바로 잡아 주거나, 다양한 응답을 정리해 주는 등, 학생의 반응에 적절하게 대응하였다. 학생의 질문에 대해서는 학생의 질문을 명확하게 하거나, 질문에 대해 적절하게 반응해 주었다.
반례	<ul style="list-style-type: none"> • 교사가 질문한 후 학생의 응답이 바로 나오지 않자, 곧 교사가 설명을 해 주었다. • 교사의 질문에 대해서 학생의 예상치 못한 응답을 단순하게 틀렸다고 하거나 무시하면서 적절하게 반응해 주지 않았다. • 교사의 질문에 대해서 학생들이 다양한 응답을 하였는데, 학생의 응답들을 정리해 주는 활동이 전혀 없었다. • 학생의 질문에 대해서 질문에 적절하지 않게 반응해 주거나, 너무 어렵게 설명해 주었다.
예	<ul style="list-style-type: none"> • 교사가 질문한 후, 충분한 시간을 주어 학생들이 서로 의견교환을 하여 답할 수 있도록 배려하였다. • 교사의 질문에 학생들이 대답을 못하자, 그림 등 추가 정보를 제시하여 학생들이 생각하여 답할 수 있도록 안내해 주었다. • 교사가 질문하여 학생이 응답하는 활동을 통해, 프레퍼라트 제작 방법을 이해할 수 있도록 안내하였다.

10	학습목표와 연관된 적절한 평가를 수행하였다.
정의	<ul style="list-style-type: none"> • 학생들이 학습한 내용을 학습목표와 연계하여 적절하게 평가하였다.
반례	<ul style="list-style-type: none"> • 형성평가 활동이 전혀 없었다. • 중요하게 배운 내용에 대한 형성평가가 빠졌다. • 형성평가에 학생들이 실제로 학습한 내용이나 학습목표와 무관한 내용이 포함되어 있다. • 형성평가 활동을 수행하였으나, 학생이 잘했는지 못했는지, 또는 어느 부분이 부적절한 지 등 평가결과에 대한 적절한 피드백을 주지 않았다.
예	<ul style="list-style-type: none"> • 별의 연주운동을 배운 후에, 관련된 여러 평가문항을 제시하여 학생들과 함께 점검해보는 시간이 있었다. • 형성평가에 학습목표와 관련된 내용이 모두 포함되어 있다.