

연구보고 RRE-2004-5-5

가

KICE 한국교육과정평가원

가

: (가)

()

<한국교육과정평가원>

연구책임자 이 인 제

연구자 이 범 홍

진 재 관

박 정

김 옥 남

서 수 현

공동연구자 김 신 영(한국외국어대학교)

<한국과학교육학회>

연구책임자 김 범 기(한국교원대학교)

연구자 강 순 희(이화여자대학교)

권 재 술(한국교원대학교)

김 성 원(이화여자대학교)

백 성 혜(한국교원대학교)

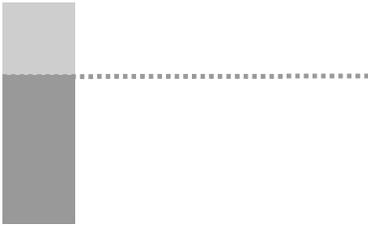
신 동 희(단국대학교)

이 효 녕(경북대학교)

조 희 형(강원대학교)

차 희 영(한국교원대학교)

이 연구는 한국교육과정평가원의 연구비 지원으로 한국교육과정평가원 연구원과 한국수학교육학회가 공동으로 수행한 연구입니다.



한국과학교육학회에서는 이번에 한국교육과정 평가원과 공동으로 “과학교사의 학생 평가 전문성 기준 및 모형 개발”이라는 연구를 수행하게 되었다. 학교 현장에서 과학을 가르치고 있는 교사들을 위한 학생 평가 전문성 기준 및 모형 개발은 현장에서 학생들의 과학 학업성취도의 평가를 담당하고 있는 과학 교사들에게 많은 도움을 줄 수 있는 연구라고 생각된다.

우리나라 교육은 여러 가지 문제가 있음에도 불구하고 개선이 제대로 되지 않는 것은 교육의 결과를 제도로 평가하는 시스템이 구축되어 있지 않기 때문이라고 할 수 있다. 특히, 공교육 기관에서 이루어지고 있는 교육평가는 객관성만 높이는 방안이 강구되었지 교육의 본질을 위한 교육평가와는 거리가 있는 교육현실이 그대로 방치하고 있는 실정이다. 이러한 면에서 이번에 한국교육과정평가원에서 추진하는 본 연구는 매우 의미가 있다고 본다.

우리의 학교교육에서 평가는 대부분 학생을 서열화하는 방안으로 활용되었지 진정한 능력을 평가하는 것으로 보기는 어려운 점이 있다. 그리고 각급 학교에서 이루어지는 평가도 대부분이 OMR카드에 의한 객관식 평가가 이루어지고, 주관식 평가라고 하더라도 대부분이 단답형이기 때문에 고등정신 기능을 측정하는 평가라고 할 수 없어, 학교교육에서 이루어지고 있는 평가가 바람직하다고 하기 어렵다. 평가의 목적이 학생을 등급화하는 것에 있지 않고, 학생의 능력을 발굴하고, 교육 프로그램을 개선하는 수단으로 사용되어야 한다는 점을 생각한다면 현재의 평가 방법은 근본적인 개선이 필요하다고 할 수 있다. 특히, 과학교과에서는 수행평가제도가 도입되어 있지만 교육현장에서 어떤 기준에 의하여 바람직한 평가가 이루어지고 있는지 한번 되돌아 반성하여 볼 필요가 있다. 평가가 원래의 목적하는 대로 이루어지기 위해서는, 교사들이 활용할 수 있는 자료가 충분하게 마련되어야 함은 물론, 실용성이 있고, 교육목표도 달도를 측정할 수 있는 신뢰로운 도구를 개발할 수 있는 능력을 교사들이 가져야 한다. 이러한 바탕이 마련되어서 바

람직한 학교교육평가가 이루어질 때 비로소 바람직한 학교교육이 이루어질 수 있을 것이다.

이번에 한국과학교육학회는 한국교육과정 평가원과 공동으로 비교적 짧은 연구기간이었지만, 학회의 회원 중에서 전문가들을 연구원으로 모시고, 과학교육 평가 전문성 신장을 위하여 내용 기준과 더불어 이와 같은 평가를 수행하기 위한 수행 기준을 마련하였다. 이러한 연구는 우리나라에서 처음 시도하는 것이기 때문에 여러 가지 미비한 점이 있을 것으로 사료된다. 따라서 이번에 만들어진 안을 최종의 안으로 생각하지 말고, 앞으로 수정 보완을 하여 더 좋은 과학교육평가 기준이 마련되어야 할 것이다. 평가는 교육의 질을 개선하고, 교육을 신뢰롭게 만들기 위해서 필수적인 것이므로 이 연구는 현장에 적용할 수 있는 수준으로 완성도를 높일 때까지 지속되어야 한다.

아무쪼록 어려운 가운데에도 열성을 가지고 연구에 참여해주신 연구원 여러분의 노고에 감사드리고, 이러한 중요한 연구를 기획하고 지원을 해 주신 한국교육과정평가원에도 심심한 사의를 표하는 바이다.

2004년 12월

한국과학교육학회
회 장 권 재 술



이 연구의 목적은 한국 교육과정 평가원과 한국과학교육학회간의 공동 연구 수행을 통해 과학 교사의 학생 평가 전문성 기준 개발 및 평가 전문성 신장을 위한 모형 개발에 있다. 특히 과학 교과는 다른 교과와 달리 인지적 능력 뿐만 아니라 탐구 능력 과 과학에 관한 태도 등의 분야를 바르게 평가할 필요가 있다. 따라서 이러한 능력들을 바르게 평가할 수 있는 기준의 마련은 매우 중요한 연구라고 할 수 있다.

이를 위하여 다섯 차례에 걸친 회의와 2차에 걸친 워크숍, 공개 발표회 및 토론회 등을 통해 최종적으로 과학 교사의 학생 평가 전문성의 모형과 기준을 마련하였다. 확정된 과학 교사의 학생 평가 전문성 기준은 크게 내용 기준과 수행 기준으로 구분하였다. 내용 기준 안에 과학교육과정에 대한 지식, 교수-학습에 대한 지식, 과학교육평가에 대한 지식, 과학교과내용에 대한 지식 기준을 포함시켰다. 그리고 수행 기준 안에 평가 계획 및 준비, 평가 시행하기, 평가 결과 분석 처리, 평가 결과 보고 및 활용하기 기준을 포함시켰다. 그리고 내용 기준과 수행 기준의 과학교사 학생 평가 전문성 범주별 기준안을 제시하였다.

과학교육과정에 대한 지식에 관해서 마련한 기준은 먼저 과학 교사는 학생을 평가하기 위해 과학교육과정에 명시된 과학교육의 목표를 알고 있어야 한다는 것이다. 또한 과학 교사는 이러한 목표에 적합하도록 선택된 과학 교육 내용과 학습 활동의 체계적인 편성과 조직에 대해서도 이해하여야 한다. 그리고 이러한 교육 내용과 학습 활동을 위한 계획을 수립하는 데에 필요한 지식도 갖추어야 한다.

현재 과학교육과정은 소양중심의 교육사조를 바탕으로 하고 있다. 따라서 국민 공통기본교육과정인 ‘과학’ 교과의 목표는 자연 현상과 사물에 흥미와 호기심을 가지고 과학 지식 체계를 이해하며, 탐구 방법을 습득함으로써 올바른 자연관을 가지는 것에 역점을 두고 있다. 이를 위하여 자연의 탐구를 통하여 과학의 기본 개념을 이해하고 실생활에 이를 적용하는 능력, 자연을 과학적으로 탐구하는 능력을 기르고 실생활에 이를 활용하는 것과 자연 현상과 과학 학습에 흥미와 호기심

을 가지고 실생활 문제를 과학적으로 해결하려는 태도를 가지는 것 그리고 과학이 기술의 발달과 사회의 발전에 미치는 영향을 인식하는 것 등을 목표로 제시하고 있다.

‘과학’ 교과는 초등학교 3학년부터 시작되며, 고등학교 1학년까지 국민공통기본교육과정으로 ‘과학’ 과목이 구성되어 있다. 그리고 고등학교 2학년과 3학년의 경우에는 선택교과로 생활과 과학, 물리 I, 물리 II, 화학 I, 화학 II, 생물 I, 생물 II, 지구과학 I, 지구과학 II 과목이 있다. 내용체계의 학년별 구성은 국민공통기본교육과정인 ‘과학’ 교과에 한정하여 기준을 제시하였다. 고등학교에서 선택하는 생활과 과학, 물리I, 물리 II, 화학 I, 화학 II, 생물 I, 생물 II, 지구과학 I, 지구과학 II 교과의 경우 학년별 구성은 큰 의미가 없기 때문이다.

한편, 학생의 학습 촉진을 위해 과학교사는 교육활동을 효과적·능률적으로 수행하는 데 필요한 지식을 갖추어야 한다. 과학교사는 학생 개개인의 독특한 개성, 적성, 능력, 흥미, 관심, 진로 등을 고려해 학습의 성공적 성취를 보장할 수 있는 기회를 제공하고, 타고난 소질과 수월성을 최대한으로 신장·발휘하도록 해주어야 한다. 이를 위해 과학 교사는 교수-학습과 관련된 지식을 적절히 활용하여 과학 학습의 효과를 극대화할 수 있는 능력을 갖추어야 한다.

과학 교수-학습 방법과 전략은 학생의 일반적인 특성과 요구, 그 목표와 내용 등에 따라 다른 효과를 낸다. 또한 동일한 내용이나 주제일지라도 교수 자료의 적절성은 학생과 그 목표에 따라 결정된다. 그러므로 과학 교사는 특별히 학생과 학습 상황 확인, 교육목표 성취에 적합한 교수 전략, 교육목표 성취에 적합한 교수 자료 등의 영역에 관한 지식을 충분히 가지고 있어야 학생들의 과학 학습을 효과적으로 그리고 능률적으로 촉진시킬 수 있다.

과학 교사가 과학교육 평가 전문성을 가지기 위해서는 다양한 배경 지식을 필요로 한다. 그것은 과학교육과정, 과학교수학습, 과학교과내용 등에 관한 지식이다. 그러나 과학교사가 앞서 제시한 여러 영역의 지식을 가지고 있더라도, 학생을 효과적으로 평가하고 그 평가 결과를 효율적으로 사용하기 위해서는 과학교육평가에 대한 지식이 필요하다. 여기에서는 과학 교사의 과학교육 평가의 전문성 신장을 위해 요구되어 지는 과학교육평가에 관련된 하위 영역의 내용과 기준들을 제시하였다.

과학교사는 학생의 성취 행동을 가장 적절하게 평가할 수 있는 방법을 결정하

는 데에 필요한 전문적인 지식을 갖추어야 한다. 모든 학생들에게 자신의 능력을 최대한 발휘할 기회가 공정하게 주어질 수 있는 방법을 선정해야 하며, 경우에 따라서 두 가지 이상의 평가 방법을 사용할 수도 있다. 아울러, 과학교사는 과학교육목표에 명시되어 있는 과학과의 평가 영역에 대한 구체적이고 적절한 평가 방법에 대하여 이해하고 있어야 한다.

과학교사는 평가의 목적과 대상, 상황에 맞는 평가 도구를 개발하는 데에 필요한 지식을 갖추어야 한다. 평가 도구를 개발할 때에는 평가 도구가 측정하고자 하였던 것을 충실하게 측정하는지와 관련된 타당도, 측정하려는 것을 안정적으로 일관성 있게 오차를 최소화하여 측정하는지와 관련된 신뢰도, 또한, 평가에 걸리는 시간과 비용, 노력을 적게 들고도 목적을 달성할 수 있는가와 관련된 실용도에 대한 지식을 갖추어야 한다. 또한 과학교사는 일반적인 문항 제작 원리에 대한 지식을 갖추어야 한다. 지필평가와 수행평가 각각에 적합한 문항 제작 원리를 이해하여 이를 실행하는 데에 필요한 지식을 갖추어야 한다. 뿐만 아니라 각 문항에 적합한 채점 기준을 마련하는 데 필요한 지식도 갖추어야 한다.

과학 교사가 학생을 평가함에 있어서 교과내용에 대한 지식은 평가의 내용을 제공해주는 중요한 요인이다. 따라서 교사가 교과내용에 대한 올바른 지식을 가지고 있어야 한다. 과학 교과에서 교과 내용에 대한 지식은 과학이라는 학문의 성격과 구조, 과학교과의 구조, 과학의 핵심지식, 그리고 과학 내용의 선정과 조직 등 4개의 영역으로 나누어 볼 수 있다. 각 영역의 의미와 각 영역에서 교사들이 갖추어야 할 자질 준거를 제시하고자 한다.

과학이라는 학문의 본질이 무엇이며, 어떤 특성을 가지고 있으며, 과학이라는 학문이 가지고 있는 구조를 이해해야 한다. 과학과 과학이 아닌 것의 차이점을 이해하고, 과학이라는 학문에는 어떤 분야가 있으며 그 분야가 가지고 있는 특성에 대해서 이해를 해야 한다.

또한, 과학 교사가 학생 평가 전문성을 제고하기 위해서는 과학교과의 성격과 구조에 대한 지식이 있어야 한다. 과학교과는 크게 물리, 화학, 생물, 지구과학이라는 핵심교과와 다양한 선택과목들로 구성되어 있다. 따라서 이들 각 과목의 특성에 대해서 이해하고 있어야 한다. 또한 과학교과에서 이루어지는 활동이 다른 교과의 그것과는 어떻게 다른지까지도 이해하고 있어야 한다

과학 지식은 전수할 과학 교육의 내용이다. 과학 내용에 대한 지식을 갖는 것

은 과학교사의 자질에서 우선적으로 요구되는 사항이라 할 수 있다. 과학의 내용은 크게 결과적 지식과 과정적 지식으로 나눌 수 있다. 결과로서 과학 지식은 과학적 사실에 대한 지식, 과학의 기초 개념에 대한 지식, 과학의 원리와 법칙에 관한 지식, 과학의 개념체계와 이론에 관한 지식으로 나뉘볼 수 있다. 결과로서의 과학 지식은 과학교육에서 가장 분명하고, 명시적으로 제시할 수 있기 때문에 교육 과정과 교과서에 비교적 명확하게 나타나 있다고 할 수 있다

과정으로서의 지식은 새로운 지식을 창출하는 능력을 의미한다. 과학에서는 탐구 수행 능력이 이에 속한다. 이와 더불어 과학교육의 중요한 목표 중의 하나는 과학 정신이라고 할 수 있는 과학적 태도에 관한 것이다. 과학적인 태도는 과학자들의 정신을 대표하는 것으로서 과학 지식을 습득하고, 자연을 탐구하는 과정에서 보이지 않는 손의 역할을 한다. 그리고 이 과학적 태도는 과학자뿐만 아니라 모든 인간이 가져야 할 덕목 중의 하나라고 할 수 있다. 과학적 탐구능력과 과학적 태도에 관한 내용은 결과적 지식과는 달리 명시적으로 나타내기 어렵기 때문에 교육과정과 교과서에 매우 추상적이고 모호하게 제시되어 있을 수 있다. 특히 과학적 태도에 관한 내용은 그 중요성에 비추어 볼 때 극히 모호하게 제시되어 있다. 따라서 과학교사가 이 영역에 대해서 확고하게 이해하지 못하면 이 두 영역의 목표는 교육 현장에서 외면당하기 쉬우므로 각별한 주의가 필요하다.

과학교과는 과학 내용의 조직체라고 할 수 있다. 조직체란 내적으로 논리적이고 합리적이며, 효율적인 체계를 갖추고 있다는 것을 의미한다. 과학 내용은 다른 교과의 내용에 비해서 비교적 명확한 논리적 위계 구조를 갖는다고 할 수 있다. 과학은 자연 현상을 다루기 때문에 다루는 소재가 계절적 요인과 지리적 요인에 의해서 영향을 받는다. 과학 교재의 내용은 이러한 여러 요인을 고려하여 조직되어 있다. 따라서 과학 교사는 과학 내용이 가지고 있는 구조를 파악해야 하며, 이러한 내용을 학교의 현실과 학생들의 수준에 맞도록 적절하게 재구성하여 제시할 수 있는 능력이 있어야 한다.

과학에 대한 학생 평가를 수행하기 위해서는 어떤 내용의 평가를 어떤 과정을 통해 수행하고자 하는지에 대한 철저하고 치밀한 계획 및 준비가 선행되어야 한다. 먼저 과학교육과정 상에 드러나 있는 과학 교육 목표를 고려하여 지식, 탐구 능력, 태도 등 어떤 영역을 평가할 것인지 평가 영역에 따라 서로 다른 평가 영역에 대한 적절한 목표를 설정할 능력을 배양해야 한다. 또한 물리, 화학, 생물, 지구

과학 등 과학 관련분야에서 구체적으로 어떤 내용을 평가하고자 하는지도 결정해야 한다.

평가 내용 및 활용에 따라 평가 목표가 설정이 되면 여러 가지 다양한 과학 교육 평가 방법 중 가장 적합한 평가 방법을 선정할 능력도 갖추어야 하는데, 필요에 따라서는 평가 도구를 직접 개발할 수 있어야 한다. 과학과의 학습 목표는 자연현상에 대한 이해에만 국한되어 기술하는 것은 의미가 없고, 자연현상에 대한 의문을 해결해 가는 문제 해결력에 주로 초점을 두고 있으므로, 과학 교육 평가도 이와 같이 문제 해결력을 평가하기 위한 독특한 도구에 대한 지식을 확립하고, 그 도구들을 적절하게 사용하여 적절한 영역에 대한 평가를 위해 쓸 줄 알아야 한다.

과학 평가 시행 계획 또한 치밀하게 세워 실제로 평가 시행 시 벌어질 문제를 사전에 예측하고 대비해야 한다. 평가 결과를 어떤 방법으로 분석하고 어떤 기준에 의해 해석하여 판단할 것인지에 대한 계획도 이 단계에서 수립이 되어야 한다. 끝으로, 분석된 과학 평가 결과를 학생과 학부모들에게 어떻게 알리고 효과적으로 피드백을 받을 수 있을지에 대한 계획을 수립할 수 있는 능력을 아울러 갖출 필요가 있다. 이와 같이 과학교사가 갖추어야 할 과학 평가 계획 및 준비에 필요한 수행 기준을 과학교육에서 일반적으로 지향하고 있는 과학 교육 목표 분류체계인 지식, 탐구능력, 태도의 세 가지 측면에서 제시하였다.

과학 교육에서 이루어지는 평가는 크게 객관식이나 단답식 문항 위주의 전통적인 평가 방법과 학습의 모든 과정이 평가되는 대안적 평가 방법으로서의 수행 평가로 구분할 수 있다. 전통적 평가 방법과 수행 평가 모두 평가 결과를 객관적으로 분석하여 학생과 학부모에게 정확하게 보고할 수 있는 수준으로의 자료 처리가 필수적이다. 객관식 문항 위주의 전통적 평가 방법은 채점 과정에서의 주관성은 거의 나타나지 않기 때문에 채점이 이루어진 자료들을 평가 목적에 적합하게 재구성하여 학생 개개인의 경향 또는 학생 집단의 전체적 경향을 잘 드러낼 수 있는 자료 처리 방법을 선택하는 것이 중요하다. 반면, 채점 과정에서의 주관성 여부가 문제로 제기될 수 있는 수행 평가에서는 채점의 공정성과 객관성을 확보하는 것이 평가 결과의 적절한 자료 처리를 위한 핵심적 관건이다.

평가 방법이 전통적 객관식 문항 위주이든지 수행 평가 방법이든지 간에 상관 없이 궁극적으로는 평가 결과는 양적으로 분석되고 기술될 필요가 있다. 따라서 과학 교사들은 먼저 과학 평가 자료 처리를 위해 학생들의 평가 점수에 대한 기

초적 통계 방법 중 학교에서 빈번히 활용될 수 있는 것들은 알아야 한다. 다음으로 평가가 이루어진 후 평가에 활용된 문항의 질을 과학 교사가 분석할 수 있는 방법들도 알아야 한다.

과학 교육 평가는 과학 교육 체제에서 가장 기본적인 피드백이다. 평가 자료를 통해 학생들은 자신들이 교사와 부모의 기대를 얼마나 만족시키고 있는지 알 수 있고, 교사들은 학생들이 얼마나 잘 배우고 있는지 알 수 있으며, 교육청은 교사와 프로그램의 효율성에 대한 정보를 얻을 수 있다. 이러한 피드백은 정책의 변화를 촉구하고, 교사들의 전문성 계발을 인도하며, 학생들이 자신들의 과학 이해를 개선할 수 있도록 격려함으로써 과학 교육 체제의 변화를 유도할 수 있다.

궁극적으로 평가는 벌을 주기 위해 하는 것이 아니다. 교사와 학생에 의해 학습이 이루어지는 과정의 한 축이다. 좋은 평가 전략은 학생으로 하여금 그들의 장점과 약점을 알도록 도와준다. 나쁜 평가는 성실한 학생에게 실패와 불완전하다는 느낌만 가지게 하는 결과만 낳을 뿐이다. 따라서 반성적인 교사는 학생들이 그들의 성취에 대해 확인하거나 축하할 수 있도록 도와줄 수 있다. 그러므로 특히 신입 교사는 학생 평가를 단순히 교과 내용 습득을 목표로 할 것이 아니라 다중의 목적을 달성했는지 일관성 있게 학생을 평가하는 법을 배워야 한다. 평가에 대한 전문성을 갖춘 교사는 수업지도안과 교재를 신중하게 선택한 평가 도구를 측정했을 때 얻어지는 산출물과 함께 일관성의 개념을 갖고 있다. 따라서 평가 결과도 유용하게 활용할 수 있게 된다. 과학과 학습의 평가결과를 활용할 궁극적 목적은 학습자들로 하여금 학교 수업에서 자아실현에 기여하며, 과학 지식, 과학 탐구 능력, 과학에 관련된 태도에 대한 학습 목표 및 조건에 대한 정보를 획득하는 것이다. 나아가 이런 평가 결과를 통해 과학 수업을 개선시킬 수 있으며 과학교육의 연구나 정책적 판단의 근거로도 활용할 수도 있다.

이러한 과학과 학습의 평가결과를 활용하는 대상과 범위는 다음과 같다. 먼저 교사의 측면에서는 수업방법의 개선이나 평가 전문성 계발, 학습자에 대한 이해 심화, 교수 학습의 전문성을 심화할 수 있는데 활용될 수 있다. 학습자의 측면에서는 개인별 성취 능력을 판단하거나 자아실현 및 자기 계발의 기반을 이루며 진학 및 진로 선택을 위한 정보를 획득하는데 활용된다. 학부모의 측면에서는 자녀의 학습의 수준을 이해하고 진학이나 진로 선택에 대한 정보를 얻는데 활용할 수도 있다. 교육 정책적 측면에서는 학습자의 성취도에 대한 실태를 파악하고 과학

교육의 성과를 분석하거나 과학교육 정책을 개선하는데 활용할 수 있다.

이상의 연구에서 과학에 관한 학생 평가 전문성을 갖춘 과학 교사라면 지식, 탐구, 태도 영역에 대한 평가결과를 학습자와 학부모, 기관에 보고하고 기록하며 학습자의 과학학습을 증진하는 데에 활용할 수 있는 능력을 갖추어야 하는 것으로 결론을 내릴 수 있다.



I		1
1.	.....	1
2.	.....	2
3.	.....	4
II	가	7
1.	.....	7
2.	.....	19
3.	.....	31
4.	.....	33
5.	.....	49

Ⅲ

가

51

Ⅳ

가

54

- 1. 가 54
- 2. 가 104

Ⅴ

167

- 1. 가 167
- 2. : 가 170
- 3. 171
- 174
- 176



	< -1>	가	6
	< -1>	가	118
	< -2>	가	150
	< -3>		156
	< -4>		160
	< -5>	가	166



	[-1]	가	52
	[-1]	가	164



서론

1 연구의 필요성 및 목적

학교 과학 교육의 내실화를 위해 가장 시급한 일 중 하나는 과학 교사가 학생 평가의 전문성을 갖추는 일일 것이다. 교실 안에서 이루어지는 교수-학습 활동의 질은 평가의 질에 의해 좌우되기 때문에 교사는 학생들의 다양한 특성에 대한 평가, 평가 결과의 적절한 활동 등 학생 평가에 관련된 업무에서 전문성을 가져야 교육과정의 충실한 운영이 가능할 것이다. 또한 최근에는 교사의 학생 평가 결과가 학생들의 진학 지도에 큰 영향을 미치기 때문에 교사의 학생 평가에 관련된 전문성을 기르기 위한 노력은 매우 중요하다고 할 수 있다. 따라서 구체적인 평가 방법의 장단점들을 이해하고, 이를 효과적으로 사용하는 방법을 익히며, 평가의 결과를 적절히 해석하고 수업에 반영하거나, 학생 및 학부모나 관련 담당자들에게 이에 대한 정보를 제공하는 역할을 교사가 적절히 할 수 있는 자질을 기르는 노력은 매우 시급하다. 그러나 아직까지 과학 교사의 학생 평가 전문성을 신장시키기 위한 구체적인 방안에 관련된 연구는 매우 부족한 편이다.

이 연구의 목적은 한국 교육과정 평가원과 한국과학교육학회간의 공동 연구 수행을 통해 과학 교사의 학생 평가 전문성 기준 개발 및 평가 전문성 신장을 위한 모형 개발에 있다.

평가에 대한 교사의 전문성을 신장시키기 위해서는 우선적으로 타당한 평가 전문성 기준 마련이 필요하다. 전문성 기준은 신장 모형을 개발할 때 그것의 내용과 수준을 결정하는 구체적인 지침의 역할을 할뿐만 아니라, 평가 후 그 결과의 해석에 직접 참조할 수 있는 실질적인 지침의 역할을 할 수 있다.

평가 기준은 과학과의 교육목표와 교육 내용을 고려하여야 한다. 과학과의 교육목표는 과학의 기본 개념의 이해, 과학의 탐구 능력 및 과학적인 태도를 균형 있게 평가하는데 있다. 과학의 평가 영역은 인지적 영역, 탐구 능력 영역,

정의적 영역에 걸쳐 균형 있는 평가를 하여야 하는 것임을 알 수 있다. 또한 영역별 교육 내용을 어떻게 제시하여 평가할지에 대한 기준도 마련되어야 한다.

이렇게 마련된 전문성 기준을 통하여 실질적으로 교사의 평가 전문성을 신장 시키기 위한 모형을 모색하여야 한다. 교사 평가 전문성 기준안은 수업 및 평가의 상황에서 실질적으로 활동할 수 있도록 구체적인 전문성 신장 모형이 필요하다. 즉 교사들이 도달해야 할 ‘전문성 기준’과, 교사들의 평가 수준을 판단할 수 있는 ‘평가수준’의 형태로 재구성해야 하는데, 교사는 자신들이 도달하여야 할 전문성기준과 그에 대한 평가기준이 구체적으로 제시되어 있고 자신의 도달 정도를 점검할 수 있을 때 보다 효과적으로 평가할 수 있기 때문이다.

특히 과학교과는 다른 교과와 달리 인지적, 정의적 이외에 탐구 능력, 과학적 태도 등의 분야를 바르게 평가할 필요가 있다. 따라서 이러한 능력들을 바르게 평가할 수 있는 기준의 마련은 매우 중요한 연구라고 할 수 있다.

2 연구의 내용

이 연구에서는 과학 교사의 학생 평가 전문성의 기준을 내용 기준과 수행 기준으로 구분하고, 내용 기준 안에 과학교육과정에 대한 지식, 교수-학습에 대한 지식, 과학교육평가에 대한 지식, 과학교과내용에 대한 지식 기준을 포함시켰다. 그리고 수행 기준 안에 평가 계획 및 준비, 평가 시행하기, 평가 결과 분석 처리, 평가 결과 보고 및 활용하기 기준을 포함시켰다. 그리고 내용 기준과 수행 기준의 과학교사 학생 평가 전문성 범주별 기준안을 제시하였다.

내용 기준에는 과학적 지식, 과학탐구 능력, 과학적 태도를 중요한 요소로 포함시켰는데, 과학탐구 능력은 과학 교과의 가장 두드러진 특성이라고 볼 수 있다. 이 연구에서는 과학탐구 능력을 “사물과 사건을 기술하는 활동과 과학적 추론 및 사고 활동을 결합하여 과학을 능동적으로 이해하는 활동”으로 정의하였다. 더 나아가, 과학적 탐구란 정신적인 추론활동과 구체적이고 직접적인 조작활동을 결합하여 새로운 과학 지식을 검증하는 활동이라고 정의하였다. 그리고 이러한 활동의 바탕에는 과학적 탐구의 본성에 대한 이해가 필요하다고 전제하였다.

교사의 학생 평가 내용 기준에 포함된 정의적 영역은 과학적 태도, 흥미나 관심, 풍부한 심성, 창의성 등을 의미하며 지금까지 오랜 동안 과학교육의 목표로 제시되어 왔다. 그러나 구체적으로 정의적 영역에 대한 학생 평가의 기준이 개발되지는 못하였으므로 교사들은 학교 현장에서 학생들의 정의적 영역을 평가하는 데에 익숙하지 못하였다. 이 연구에서는 교사들이 학생들의 정의적 영역을 전체영역의 하위영역 항목으로 제시함으로써 교사의 학생 평가 전문성에 대한 기준을 제시하고자 하였다.

수행 기준에 포함된 내용들은, 평가 계획 및 준비, 평가 시행, 평가 결과 분석 및 해석, 평가 결과 보고 활용 대한 논의를 하였다. 또한 평가 도구 개발 과정에 대한 모델에 근거하여 평가 도구를 개발한 실례로 “평가, 실험 평가, 논술형 평가, 서술형 평가” 등을 들었다. 그리고 각 실례 별로 개선점을 제시하고자 하였다.

과학 평가의 자료 처리에서는 기초적 통계 방법에 대한 내용과 교수-학습 개선을 위한 평가 문항 분석에 관련된 내용을 다루었으며, 수행 평가의 자료 기록 및 채점에 대한 기준도 포함하였다.

수행기준의 과학평가 결과의 활용에서는 교사, 학습자, 학부모 등 다양한 입장에서의 평가 활용 능력을 포함하였다. 특히 평가 자체는 학습자의 자아실현에 기여하고, 학습의 성과 및 조건에 대한 정보를 제공하며, 교사의 전문성 신장, 과학 수업의 개선, 과학교육에 대한 연구 자료, 정책적 판단의 근거 등을 제공하므로 이러한 점을 고려하여 평가 결과를 활용하도록 할 필요가 있다. 이를 통해 교사는 수업 방법의 개선, 평가 전문성 계발, 학습자에 대한 이해 심화, 교수 학습의 전문성 심화 등을 이룰 수 있고, 학습자는 개인별 성취 능력 판단, 자아실현 및 자기 계발의 기반 확보, 진학 및 진로 선택의 정보 획득 등이 가능하다. 그리고 학부모는 자녀의 학습 수준을 이해하고 진학 및 진로 선택의 정보를 획득하게 된다. 교육 정책적으로는 학습자의 성취도 실태를 파악하고 과학교육의 성과를 분석하며, 과학 교육 정책의 개선에 활용할 수 있다. 이러한 다양한 측면을 고려하여 평가 결과를 활용하는 점에 이 연구는 초점을 두었다.

3 연구의 절차

연구는 다음과 같은 절차로 진행되었다.

1) 연구의 방향 모색 단계

2004년 9월 17일에 평가원에서 주최하는 5개 학회 1차 워크숍을 통해 연구의 방향과 논의할 점들에 대한 토론이 이루어졌다.

2) 역할 분담 및 문헌 고찰 단계

2004년 9월 24일에 연구원들이 맡을 역할을 분담하는 2차 회의를 개최하고, 이를 토대로 각 영역에 대한 문헌 고찰과 과학 교사의 학생 평가 전문성 기준에 대한 초안을 마련하였다.

3) 과학 교사의 학생 평가 전문성 기준 안 개발 단계

2004년 10월 8일에 3차 회의를 개최하고 각자 개발한 기준에 대해 토론하고 중간 보고서 작성을 위한 구체적인 내용들을 협의하였다.

4) 중간 보고서 작성 단계

개발한 과학 교사의 학생 평가 전문성 기준 안을 중심으로 중간 보고서를 작성하였다.

5) 중간 보고서 공개 발표 및 평가 단계

2004년 10월 29일에 개발한 중간 보고서에 대한 공개 발표 및 이에 대한 토론과 평가가 이루어졌다. 공개 발표는 과학교육평가 일반, 과학 지식 평가, 과학탐구능력 평가, 과학 수행평가, 과학적 태도 평가, 과학 적성 평가, 과학 평가 자료의 처리, 과학 평가 결과의 활용 등 8개 영역으로 이루어졌으며, 각각의 영역에 대한 토론이 이루어졌다. 이를 토대로 다시 보고서에 대한 수정이 진행되었다.

6) 집중 협의 단계

한국교육과정 평가원에서 주최하여 2004년 11월 12일에서 13일에 걸쳐서 열린 2차 워크숍에서 중간 보고서 심사 결과와 타 과목 관련 학회의 연구 결과를 비교하고 논의함으로써 최종적인 연구 수정에 대한 토론이 이루어졌다.

7) 연구 방향 수정 단계

2004년 12월 10일에 연구진들이 모여 4차 회의를 개최하고, 연구 결과와 집중 협의 결과에 대한 토론을 통해 수정과 개선해야 부분에 대한 협의를 하였다. 그리고 연구 결과를 토대로 적용가능성 있는 기준안 및 신장 모형을 모색하였다.

8) 결과 보고서 작성 단계

2004년 12월 15일까지 최종보고서를 작성하여 제출하였다.

9) 결과 보고서 심사 결과 통보 및 수정 단계

결과 보고서에 대한 심사 결과를 12월 30일에 받고 이를 근거로 5차 회의를 소집하였으며, 회의 결과 연구의 내용 및 방향에 대한 수정을 최종적으로 결정하였다.

10) 최종 보고서 작성 및 제출 단계

5차에 걸친 회의와 2차에 걸친 워크숍, 그리고 공개 발표 및 토론 결과 등을 통해 최종적으로 결정한 내용을 토대로 최종 보고서를 작성하였으며, 이를 2005년 1월 20일에 제출하였다.

이러한 연구 절차를 표 I-1에 제시하였다.

	()		가
9	17 () - 18 ()	1	1
	24 ()	2	
10	8 ()	3	
	15 ()		
	29 ()		
11	12 () - 13 ()		2
12	10 ()	4	
	15 ()		
	30 ()		
1	5 ()	5	
	20 ()		

II

과학 교사의 학생 평가 전문성 기준 개발 과정

1 중간 보고서 개발

1차에 걸친 워크숍과 3차에 걸친 회의를 통해 만들어진 중간보고서에서는 과학교사가 학생을 평가하기 위하여 알아야 할 지식의 기준으로, 과학교육평가 일반, 과학지식평가, 과학 탐구능력 평가, 과학 수행평가, 과학적 태도 평가, 과학 평가자료 처리, 과학 평가결과의 활동 등 8개 영역을 제시하였다.

가. 가

1) 탐구를 통한 지식의 이해에 관련된 전문성 신장 기준

- (1) 과학 교사들에게 능동적으로 과학 관련 활동을 탐구하게 하고, 그 결과를 해석하고 현재의 과학 지식에 비추어 그 의미를 파악하도록 한다.
- (2) 과학에서 중요하게 인정되고 학생들이 흥미를 느낄 수 있는 토론의 주제나 사건, 문제, 주제들을 경험한다.
- (3) 교사의 과학 지식을 신장시키고 높은 수준의 지식에 접근하는 능력을 증진시킬 수 있는 과학 문헌, 매체, 기술적인 자원 등을 소개한다.
- (4) 탐구를 통한 과학의 이해 과정과 결과에 대해 끊임없이 고찰하는 기회를 가진다.
- (5) 교사들의 협동적 노력을 공유한다.

2) 교수 지식의 통합 및 적용에 관련된 전문성 신장의 기준

- (1) 과학과 과학교육에 관련된 다양한 내용을 연계하고 통합하는 과정을 경

협한다.

- (2) 효과적인 학생 평가 과정을 실제 상황으로 체험할 수 있도록 하고, 적절한 상황 맥락에서 과학 교수 및 학습과 학생에 대한 지식의 통합과 기능의 확장이 이루어질 수 있는 기회를 제공한다.
- (3) 평가 결과에 대한 논의, 모형화, 실습을 통한 과학 학습 평가에 대한 이해와 적용 기능을 신장시킨다.

3) 평생 학습에 대한 이해와 능력에 관련된 전문성 신장의 기준

- (1) 교실에서 이루어지는 평가 활동과 제도적으로 이루어지는 평가에 대한 개인적, 교사 집단적 검토의 기회를 가지고 반성하거나 개선을 모색하는 기회를 정기적으로 제공한다.
- (2) 교사들이 자신의 평가에 대한 피드백을 얻고 이를 이해하거나 분석하여 현재 이루어지는 평가를 개선할 기회를 제공한다.
- (3) 동료 교사의 조언, 포트폴리오, 일지나 보고서와같은 다양한 평가 도구의 개발과 기법의 활용에 관련된 자기 평가의 반성 및 동료 평가를 경험할 기회를 제공한다.
- (4) 전문성 신장을 위하여 지도 교사, 자문 교사, 수석 교사, 우수 교사 등의 제도를 활용하고 이들로부터 전문가의 경험을 공유할 수 있는 기회를 제공한다.
- (5) 지금까지의 연구 결과와 경험적 지식을 이해하고, 문제점을 파악할 수 있으며, 이를 계속적으로 유지, 발전시킬 수 있는 기회를 제공한다.
- (6) 학생들의 과학 학습에 관련된 새로운 평가 방법을 연구하는 능력을 기르고, 이를 활용할 수 있는 기회를 제공한다.

4) 교사 전문성 신장을 위한 프로그램의 일관성과 통합성에 관련된 기준

- (1) 과학 교육의 목표에 부합하는 과학 학습, 교수 등에 대한 명확한 이해의 기회를 제공하여야 한다.
- (2) 교사의 이해와 능력이 장기간에 걸쳐 축적되고 지속적으로 강화된다는 점을 고려하여, 다양한 맥락에서 교사의 전문성이 신장될 수 있도록 프

로그래ムの 요소들을 통합시키고 서로 조화시켜 제공하여야 한다.

- (3) 다양한 수준의 경험과 전문 지식, 능력을 지닌 교사들의 요구를 인식하고, 교사의 평가 전문성을 신장시킬 때 이들의 발달 특성 및 개인, 집단 간 특성을 고려하여 다양한 선택의 기회를 제공하여야 한다.
- (4) 교사와 교사 교육자, 교원단체, 과학자, 행정가, 정책 결정자, 학부모, 과학 관련 사업가 등 프로그램에 관련된 모든 사람들이 각자의 견해와 전문성을 존중하면서 상호 협력할 기회를 제공한다.
- (5) 학교 환경과 조직에 대해 이해하고 이를 프로그램에 반영한다.
- (6) 학생 평가와 관련된 다양한 사람들의 견해를 고려하여 다양한 평가 전략을 활용하며, 평가 전문성 신장 프로그램의 과정과 효과에 초점을 맞추고, 그 결과가 프로그램의 개선과 평가에 지속적으로 반영될 수 있는 기회를 제공한다.

5) 평가에 포함되어야 하는 특징에 관련된 기준

- (1) 평가는 신중하게 설계되어야 한다.
- (2) 평가에는 분명하게 진술된 목적이 있어야 한다.
- (3) 의사결정과 평가 자료 사이의 관계가 분명해야 한다.
- (4) 평가 절차는 내적으로 일관되어야 한다.

6) 학생 성취와 학습 기회에 관련된 평가의 기준

- (1) 성취 자료는 가장 중요한 과학 학습 내용에 초점을 맞추어야 한다.
- (2) 과학 학습 기회에 관한 자료는 그것을 가장 잘 나타내는 지표에 초점을 맞추어야 한다.
- (3) 학습의 기회에 대한 평가와 학습 성취에 대한 평가에 똑같은 주의를 기울여야 한다.

7) 수집된 평가 자료의 질을 결정하는 조건에 대한 기준

- (1) 측정하려는 속성이 실제로 측정되어야 한다. 이는 타당도에 관련되어 있다.

- (2) 동일한 학생 성취를 측정하는 둘 이상의 과제에 대한 수행 결과가 비슷해야 한다. 이것은 신뢰도에 관련되어 있다.
- (3) 학생들에게 자신의 성취를 보일 수 있는 적절한 기회가 제공되어야 한다.
- (4) 평가 결과와 그 방법은 다른 시기에 사용하더라도 같은 결론을 내릴 수 있을 만큼 충분히 안정적이어야 한다.

8) 평가의 공정성을 위한 기준

- (1) 평가 과제는 전형적인 과제인가? 특정 집단의 관점이나 경험을 반영한 가정이 포함되어 있는가? 특정 집단에 문제가 될 수 있는 언어를 사용하는가? 학생들이 과제를 수행하는데 장애가 되는 요인이 있는가? 와 같은 관점을 포함하지 않도록 하여야 한다.
- (2) 대규모 평가에서는 통계적 기법을 사용할 때, 하위 집단에 존재할 수 있는 편파성을 검토해야 한다.
- (3) 평가 과제는 신체적 장애, 학습 장애, 언어 구사 능력의 한계를 지닌 학생들에게도 같은 기회를 제공할 수 있도록 적절히 변형될 수 있어야 한다.
- (4) 평가 과제는 다양한 맥락에서 구성되어야 하며, 관심과 경험이 서로 다른 학생들에게도 흥미로워야 하고, 특정한 관점이나 경험이 전제되지 않아야 한다.

9) 평가 결과의 명확한 추론을 위한 기준

- (1) 평가에서는 학습자의 자율성이 보호되고 선택권이 부여되며, 그 결과가 건설적이고 긍정적인 피드백으로 작용할 수 있도록 학습자의 동기 부여를 강화하는 부분에도 비중을 두어야 한다.
- (2) 평가에 앞서서 학습 목표에 대한 이해와 공감대가 교사와 학생 사이에 형성되고, 이를 통해 평가 기준에 대한 이해가 원활한 의사소통을 통해 이루어져야 한다.
- (3) 과학 교사는 학생들의 배경과 성취를 결정하기 위한 효과적인 평가 전략을 구성하고 사용하며, 학생들의 지적, 사회적, 개인적 발달을 촉진시키기 위하여 평가의 전문가로서 능력을 갖추어야 한다.
- (4) 교사들이 학생들을 정당하고 평등하게 평가함으로써 학생이 지속적인

자기 발전을 이룰 수 있도록 효과적으로 평가를 사용하기 위해 필요한 기준들은 여러 측면에서 고찰되어야 한다.

- (5) 과학 교사는 평가의 주체이기 때문에 다양한 기능을 가지는 평가에 대한 인식을 확고히 가질 필요가 있다. 따라서 교사들이 학생의 성취를 측정하기 위하여 사용하는 평가에 대한 전문가로서의 자신감을 획득하는 것은 매우 중요한 일이다.
- (6) 평가의 전문가로서 교사는 자신이 계획한 활동과 관련된 학생의 성공 여부를 판단하기 위한 책임감을 가져야 한다. 교사는 학생 개개인 뿐 아니라 학급 전체의 성공과 실패를 점검할 수 있어야 한다.

가

1) 과학 지식 평가의 속성에 대한 이해

- (1) 과학 교사는 과학지식 평가의 의미를 잘 알아야 한다.
- (2) 과학 교사는 과학지식 평가의 다면적 특성, 다양한 평가 방법, 평가의 지속성 등을 이해하여야 한다.
- (3) 과학 교사는 과학 지식의 평가 목적이 학습자가 과학 학습을 통해 획득하는 것과 그 결과를 과학 교육과정의 개정 또는 프로그램의 개선에 활용하는 것, 그리고 학생과 그들의 학부모에게 학습의 결과를 알려주거나, 교육 정책에 필요한 자료를 제공하기 위해서 이루어진다는 것을 안다.
- (4) 과학 교사는 과학 지식의 평가 기능과 그 용도에 대해 이해하여야 한다.
- (5) 과학 교사는 다양한 과학 지식 평가 유형에 대해 이해하여야 한다.

2) 과학 지식 평가의 대상과 주안점에 대한 이해

- (1) 과학 교사는 사실적 지식을 평가할 수 있어야 한다.
- (2) 과학 교사는 개념적 지식을 평가할 수 있어야 한다.
- (3) 과학 교사는 절차적 지식을 평가할 수 있어야 한다.
- (4) 과학 교사는 과학의 본성에 관한 지식을 평가할 수 있어야 한다.
- (5) 과학 교사는 자연관(세계관)에 관한 지식을 평가할 수 있어야 한다.

3) 과학 지식 평가 방법 및 절차에 대한 이해

- (1) 과학 교사는 과학지식의 평가틀을 잘 구성할 수 있어야 한다.
- (2) 과학 교사는 과학지식 평가의 목표를 설정·진술할 수 있어야 한다.
- (3) 과학 교사는 과학지식 평가 절차를 잘 알아야 한다.
- (4) 과학 교사는 과학지식의 평가 과정에서 하는 역할을 잘 수행하여야 한다.

4) 과학 지식 평가 도구의 개발에 대한 이해

- (1) 과학 교사는 지필 검사로 과학지식을 평가할 수 있어야 한다.
- (2) 과학 교사는 관찰을 통해 과학지식을 평가할 수 있어야 한다.
- (3) 과학 교사는 면접을 통해 과학지식을 평가할 수 있어야 한다.
- (4) 과학 교사는 포트폴리오를 활용하여 과학지식을 평가할 수 있어야 한다.

가

1) 탐구를 통한 과학 학습의 이해

- (1) 과학교사의 과학탐구평가에 관련된 전문성을 개발을 위해서는 모든 과학교사는 과학 분야들의 기본적인 사실, 개념, 원리, 법칙에 관한 지식과 이해, 과학적 탐구의 본성 및 과학에 있어서의 탐구의 역할의 이해, 과학적 탐구 과정과 기능의 활용 방법에 관한 지식과 이해, 과학적 탐구 능력의 성취도 평가 방법에 관한 지식과 이해와 같은 폭넓은 탐구 관련 과학 지식과 이해를 갖추어야 한다.
- (2) 과학교사는 반드시 탐구를 통해 과학을 배울 수 있는 과학교사 연수나 프로그램에 참여하여, 학생들이 탐구를 통해 경험할 학습기회와 똑같은 것을 경험해 보아야 한다.

2) 과학적 탐구를 수행하기 위한 탐구 과정과 탐구 중심의 교수-학습에 대한 이해

- (1) 현행 과학과 교육과정에 강조된 탐구에 관한 내용을 이해하고, 이를 현

재의 탐구 중심의 수업을 개선할 수 있는 기회를 제공하여야 한다.

- (2) 과학적 탐구 수행에 필요한 학생들의 능력에 대한 기준의 명확한 이해를 통하여 탐구능력평가에 대한 능력을 신장시킬 수 있어야 한다.
- (3) 탐구 과정 및 과학 교수-학습에 관련된 경험적 지식의 내용을 이해하고, 실제와 연계하는 과정을 경험할 수 있는 기회를 제공하여야 한다.
- (4) 과학교사의 탐구 중심 교수-학습의 이론적인 지식과 관련된 연구 결과를 이해하고, 이를 지속적으로 접근할 수 있는 기회를 제공하여야 한다.

3) 탐구 능력 평가에 대한 이해

- (1) 탐구능력평가에 관련된 내용과 기준을 이해하고, 실제와 연계하는 과정을 경험할 수 있는 기회를 제공한다.
- (2) 탐구능력평가에 사용되는 다양한 학생 평가 자료들의 특성과 종류들을 이해하고, 과학교사들로 하여금 실제 교실 상황에서 안내된 수집 활동을 체험하도록 하고, 그들의 활용 능력과 지식을 확장시킬 수 있도록 한다.
- (3) 과학교사들이 자신의 탐구능력평가에 대한 피드백을 얻고, 이를 이해하고 분석하여 현재의 평가 능력을 개선하는 기회를 제공한다.
- (4) 과학탐구능력평가에 대한 논의, 모형화, 실습을 통한 탐구능력평가에 대한 이해와 적용 기능을 신장시킨다.
- (5) 과학탐구능력평가에 대한 새로운 지식을 창출할 수 있는 현장 연구 능력을 기르고, 이를 활용할 수 있는 기회를 제공한다.

가

1) 수행평가 도구 개발 모델 과정에 대한 이해

교사 양성 프로그램(예비 과학 교사용)과 교사 연수 프로그램(현직 과학 교사용)을 통해 과학 교사의 수행 평가 전문성 신장을 위한 ‘수행 평가 도구 개발 모델’에 대한 지식을 갖춘다.

2) 성취 기준에 대한 타당도 검증 과정에 대한 이해

단원 별 필수 학습 요소, 성취 기준(또는 학습 목표, 교수 목표), 평가 기준, 평가 도구, 채점(루브릭) 기준에 대한 타당도 등을 과학 교육 전문가 또는 동료 과학 교사들과 함께 검증할 수 있어야 한다.

가

1) 과학 교육 평가에서 고려할 정의적 영역의 범주에 대한 이해

과학교육 평가에서 고려할 정의적 영역의 범주들은 학자들마다 다른 카테고리로 설명하고 있으나, 대부분 과학에 관한 태도에 관한 것으로 결론적으로 의미하는 바는 한가지임을 알아야 한다.

2) 정의적 영역의 평가들에 대한 이해

- (1) 과학에 대한 일반적인 태도에 관련된 측정 영역, 과학적 동기에 관련된 측정 영역, 과학에 대한 부정적인 태도인 과학 공포증에 관련된 측정 영역, 과학교사에 대한 학생들의 태도에 대한 측정 영역, 과학교육과정에 대한 태도와 관련된 측정 영역 등에 대한 지식을 갖추어야 한다.
- (2) 인식, 흥미, 태도 등에 대한 평가들에 관련된 지식을 갖추어야 한다.

3) 정의적 영역의 평가 방법에 대한 이해

의미분석법(semantic differential), 리커트 척도(Likert scale), 서스톤 척도(Thurstone scale), 강제선택 문항법(forced choice items), 선다형 문항(multiple-choice items), 주관식 평가문항(subjective test questions), 투사법(projective techniques), Q분류법(Q-sort), 개별 토론과 면담(personal discussions and interviews), 체크리스트(checklists), 관찰법(observation), 보고서(students reports and term papers) 등 정의적 영역을 평가하는 다양한 방법에 대한 지식을 갖추어야 한다.

가

1) 과학에 적성이 있는 학생의 특성에 대한 이해

- (1) 과학 적성이 있는 학생은 자연의 오묘함에 매료될 수 있다.
- (2) 과학 적성이 있는 학생은 자연 현상을 주의 깊게 관찰하는 태도를 갖는다.
- (3) 과학 적성이 있는 학생은 편견에 사로잡히지 않고 논리적인 사고 과정을 거쳐서 판단을 한다.
- (4) 과학 적성이 있는 학생은 독창적인 아이디어를 잘 제시한다.
- (5) 과학 적성이 있는 학생은 과학적인 문제의 해결을 위한 집착력이 강하다.

2) 과학 적성을 파악하는 능력

- (1) 학생들이 하는 행동을 주의 깊게 관찰한다.
- (2) 학생 별 과학적인 행동 사례를 지속적으로 기록한다.
- (3) 학생의 과학성적, 학생의 태도, 행동 사례 등을 종합적으로 평가하여 과학적성 진로에 대한 판단을 할 수 있다.
- (4) 면담을 통하여 과학 적성 여부를 파악할 수 있다.

3) 과학 계통 진로 판단 능력

- (1) 업종 별로 과학과 관련된 지식이 어떻게 활용되는가에 정보를 지속적으로 수집하고 이를 정리한다.
- (2) 업종 별로 과학관련 지식이 어떻게 활용되는가에 대한 이해를 한다.
- (3) 업종 별로 과학관련 지식이 어떻게 활용되는가에 대한 정보를 학생들에게 수시로 전달한다.
- (4) 학생의 특성으로부터 학생의 진로를 판정할 수 있다.

- (5) 면담을 통하여 학생의 진로 판단 자료를 얻을 수 있다.
- (6) 면담을 통하여 학생의 진로에 대한 유용한 조언을 할 수 있다.

가

1) 평가 결과 자료 처리를 위한 기초적 통계 방법에 대한 이해

- (1) 학생들의 평가 결과로부터 도수 분포표와 그래프를 작성하고 그 의미를 해석할 수 있다.
- (2) 학생들의 평가 결과로부터 중심 경향값을 구하고 그 의미를 해석할 수 있다.
- (3) 학생들의 평가 결과로부터 분산도를 구하고 그 의미를 해석할 수 있다.
- (4) 학생들의 평가 결과로부터 정규 분포를 구하고 그 의미를 해석할 수 있다.
- (5) 학생들의 평가 결과로부터 백분위를 구하고 그 의미를 해석할 수 있다.
- (6) 학생들의 평가 결과로부터 표준 점수를 구하고 그 의미를 해석할 수 있다.
- (7) 학생들의 평가 결과로부터 상관 계수를 구하고 그 의미를 해석할 수 있다.

2) 교수-학습 개선을 위한 평가 문항 분석

- (1) 학생들의 평가 결과로부터 난이도를 구하고 그 결과를 교수-학습 개선에 활용할 수 있다.
- (2) 학생들의 평가 결과로부터 변별도를 구하고 그 결과를 교수-학습 개선에 활용할 수 있다.

3) 수행 평가 자료의 기록과 채점에 대한 이해

- (1) 수행 평가에서 관찰한 내용을 기록하는 데 어떤 방법을 이용하느냐에 따라 평정법, 체크리스트, 일화 기록법, 암기법 등이 있음을 안다.
- (2) 채점 방법을 평가 목적, 경제성, 신뢰도 등을 고려하여 선정할 수 있는

지식을 갖춘다.

가

1) 평가의 활용에 대한 이해

- (1) 학생의 성취 결과를 보여주는 평가 결과는 다양하게 활용할 수 있다. 제일 중요하게 활용할 수 있는 것은 바로 수업으로의 피드백이다. 학생들의 수준을 이해할 뿐만 아니라 교사들이 수업을 반성하고 새로운 전략을 수립하도록 만드는 평가 결과는 교사들로 하여금 ‘수업계획’이나, ‘학습 안내’ 등에 효율적으로 활용할 수 있다.
- (2) 학교에서는 학생지도 측면에서 ‘성적 산출’, ‘학생 비교’ 등에 활용할 수 있으며 교육 행정가나 정책 입안자들은 이 평가 결과를 특별 교육이나 심화 교육 여부 결정, 교육 이론 개발, 정책 입안을 위한 정보, 정책의 효과 분석, 자원의 배분, 교육과정, 프로그램, 교수의 질 평가, 자격증과 면허증 부여 등에 활용할 수 있다.

2) 교사의 평가 활용 능력 신장

- (1) 교사는 수업을 개선하기 위해 학생들의 평가 결과로 얻어진 데이터를 모형화하고, 이들의 성향을 분류하는 질적 분석을 수행할 수 있다.
- (2) 분석한 자료를 토대로 학생들의 수준에 맞는 전략을 수립하고 필요한 경우 수준별 수업에 대한 수업 계획을 구성할 수 있다.
- (3) 교사로 하여금 평가 결과를 활용할 능력을 신장하게 하는 전략으로서 교사 연수와 같은 교사 교육과 더불어 예비 교사를 양성하는 사범대학의 교육 중에서, 그리고 교육 실습 과정 중에서 다음과 같은 교육 훈련을 도입할 수 있다.
- (4) 교사가 실행한 활동, 수업 순서, 수업 계획들에 대한 정보를 토대로 교사가 선택한 평가의 의미를 반영한 학생들의 반응을 검토할 수 있다.
- (5) 교사들의 평가 활용 능력 여부를 스스로 확신할 수 있는 방안으로 메타인지방법과 같은 전략을 도입하여 교사 스스로 체크리스트 작성하여 확

인하고 부족한 부분에 대한 개선을 도모할 수 있다.

2 중간 보고서 공개 발표 및 토론 결과

2004년 10월 29일에 개발한 중간 보고서에 대한 공개 발표 및 이에 대한 토론과 평가가 이루어졌다. 8개 영역별로 이루어진 토론의 결과는 다음과 같다.

가. 가

이 영역의 발표는 한국교원대학교 화학교육과 백성혜 교수가 하였으며, 이에 대한 토론은 청주교육대학교 과학교육과의 권혁순 교수가 진행하였다. 발표 및 토론을 통해 모아진 의견은 다음과 같다.

- 1) ‘교사가 학생 평가와 관련된 전문성을 어떠한 맥락에서 경험하여야 하는가?’에 대한 4가지 가정에서 과학 교사가 평가 전문성을 경험하는 ‘맥락’이라기보다는 교사의 학생 평가 전문성 신장의 특징 또는 바람직한 방향이라 하는 것이 더 적합할 것이라고 생각한다.
- 2) ‘과학 교사의 전문성 신장 기준’에서 과학 교사가 학생 평가의 전문성을 가지기 위해서 필요한 것으로 다섯 가지 항목들 이외에도 평가 전문성을 신장시키기 위해 필요한 요소들은 매우 많을 것이고, 이것을 분류할 수 있는 방법 역시 매우 다양할 것이다.
- 3) 개인 교사들이 갖추어야 할 요소들을 기준으로 제시하는 것과 분리하여, 과학 교사의 학생 평가 전문성을 신장시킬 수 있는 프로그램이 갖추어야 할 요소들을 보다 구체적으로 나열하는 것 역시 필요한 작업이라 생각한다.
- 4) 평생 학습에 대한 이해와 능력에 관련된 전문성 신장의 기준을 제시하고 있으나, 이 내용들이 앞에 제시한 3가지 기준과 전혀 차원이 다른 측면에서 논의하고 있으며, 그 내용도 교육학에서 말하는 평생 학습과는 차이가 있다.
- 5) ‘학생 평가의 기준’이라는 항목의 내용은 매우 다양하여서 글의 요지를

파악하기 어렵다.

- 6) 교사의 평가 전문성과 교사의 전문성을 특별히 구분하여 제시하지 않았지만, 두 가지를 혼용하는 것은 주의할 필요가 있다.

가

이 영역의 발표는 강원대학교 과학교육과 조희형 교수가 하였으며, 이에 대한 토론은 사이버 대학교 이화국 교수가 진행하였다. 발표 및 토론을 통해 모아진 의견은 다음과 같다.

- 1) 대부분의 평가가 “왜 또는 어떻게”보다 “무엇을” 평가할 것인가에 더 많은 관심을 가지며, 평가 관련 항목들을 과학 교육 평가 일반, 과학 평가 자료 처리, 과학 평가 결과의 활용의 별도 범주로 설정한 것을 바람직하나, “과학 수행 평가”와 “과학 적성 평가”를 “무엇을”에 해당하는 “과학 지식, 탐구능력, 태도”의 평가와 같은 범주로 설정한 것에는 문제가 있다. “과학 수행 평가”의 경우 “수행 능력”이라는 “무엇을”의 한 범주로 볼 수도 있으나 그 보다는 “어떻게”의 한 범주로 볼 수도 있기 때문이다.
- 2) “과학 적성 평가”에 관한 전문성을 한 범주로 설정하는 것은 필요하다고 주장할 수는 있다. 그러나 교과 전담제가 아닌 초등학교 과학교사는 과학뿐 아니라 모든 교과에 대한 진로 적성을 파악할 능력이 요구된다고 볼 수 있다. 또한 중등학교의 경우에는 과학교사가 각 학생의 과학 적성을 평가하기 보다는 상담 교사나 전문 진로 적성 검사 기관이 학생의 적성을 종합적으로 평가해주고 있다. 중등학교의 각 교과별 교사가 각자가지도하는 교과에 관한 지도 학생의 적성을 평가할 능력을 갖추는 것이 바람직하기는 하나 현실적으로는 어려운 요구라 생각된다.
- 3) 과학 지식 평가 관련 기준의 범주를 과학 지식 평가의 ①속성, ②대상과 주안점, ③방법과 절차, ④평가도구 개발로 설정하였으나, 이들 중 첫 번째 기준인 “과학교사는 과학 지식 평가의 속성을 잘 이해한다.”는 과학 지식의 범주에서 보다는 “과학 교육 평가 일반”에서 다루어져야 할 것이다.
- 4) 이 연구의 나머지 3개의 기준은 관련 선행 연구에서 제시한 과학 지식의

평가들, 과학지식의 평가 방법, 과학지식의 평가도구 작성과 크게 다르지 않다. 그러나 이들 주기준의 진술 방식이 행동목표의 형태로 제시한 것이 다르며, 이는 범주 목차의 형태로 제시한 선행 연구의 방식이 더 바람직하다고 생각한다. “잘 안다, 익숙하다, 개발 할 수 있다”라는 행동동사들은 오히려 이 기준들의 영역을 더 제한한다고 보기 때문이다.

- 5) “무엇을” 평가할 것인가에 연관된 평가의 대상의 기준을 사실적 지식, 개념적 지식, 절차적 지식 등으로 구분하는 것은 과학 인식론적 분류로는 적절하나 현장의 평가 상황에서는 어색한 분류이다. 이 보다는 교과 내용과 행동을 포함하는 평가목표 또는 평가문항의 행동 수준을 “기억한다, 이해한다, 적용한다”로 구분하는 이원목적분류가 더 현실적이라고 생각한다.
- 6) 과학지식의 평가 방법이나 도구 개발에서도 평가방법을 비교하고, 평가문항을 선정, 개선, 구성하는 개발 능력을 기준으로 설정해야 할 필요가 있다.
- 7) 본 연구 중간평가를 위한 발표자들의 원고를 살펴보면 아직 모든 발표자들의 기준 진술의 방식이 통일되어 있지 않다. 이러한 체제의 문제는 연구 계획 단계에서 논의되었을 것이나 아직 통일이 되지 못했기 때문에 다시 한번 검토되어야 할 것이다.
- 8) 본 연구에서는 교사의 전문성 기준을 7개의 대범주(장)로 구분하고, 지식 평가의 경우 절에 해당하는 소범주와 소절에 해당하는 세부범주 기준 모두를 행동목표 형태로 작성하였다. 그러나 최소한 소범주(절)에 해당하는 부분까지는 목차 형식으로 작성하고 마지막 세부 기준만을 행동목표로 작성하는 것이 의사소통이나 연구 작업 모두에 유리할 것으로 생각된다.

가

이 영역의 발표는 경북대학교 과학교육과 이효녕 교수가 하였으며, 이에 대한 토론은 한국교원대학교 대학원의 권용주 교수가 진행하였다. 발표 및 토론을 통해 모아진 의견은 다음과 같다.

- 1) 발표자는 과학탐구능력평가에 관련된 과학교사의 전문성을 신장시키기 위해서 탐구관련 과학지식의 이해가 필수적임을 제시하였다. 그러나 과학지

- 식의 개념을 과학적 사실, 개념, 원리, 법칙, 공식 등의 결과적 지식에 한정하고 있는 것은 좀 더 다양한 논의가 필요하다고 본다.
- 2) 이 연구는 과학적 탐구에 대한 정의를 NRC(1996)의 연구를 기초로 소개하였다. 이와 관련된 여러 연구들은 고려해볼 때 과학적 탐구를 과학적 사고활동과 구체적인 실험 및 조작활동을 통해서 가치 있는 과학지식을 얻어내는 과정이 통합된 활동이라고 할 수 있으므로 과학지식의 선언적 지식과 절차적 지식, 그리고 선언적 지식에서 중간적 지식과 결과적 지식을 함께 고려하면 보다 체계화될 수 있을 것으로 생각된다.
 - 3) 과학적 탐구의 본성에 대해서 부분적으로 보다 체계적인 논의와 개념제시가 있었다면 구체적인 기준 마련에 유용하게 활용될 수 있을 것으로 생각된다.
 - 4) 탐구의 과정에 대한 다양한 논의와 사례를 제시함으로써 탐구능력평가에 대한 전문성의 구체적인 기준을 마련할 수 있는 가능성을 제시하였다. 그러나 이러한 탐구의 과정에 대해서 보다 더 구체적인 하위 과정을 논의할 필요가 있다고 본다.
 - 5) 유형별 평가와 자료수집 방법별 평가 방안에 추가하여 과학적 탐구의 본성과 관련된 평가가 전문성의 기준으로 포함된다면 과학교사의 과학탐구능력평가에 대한 전문성 기준이 보다 체계화될 수 있을 것으로 생각된다.

가

이 영역의 발표는 이화여자대학교 과학교육과 강순희 교수가 하였으며, 이에 대한 토론은 한국교원대학교 초등교육과의 김효남 교수가 진행하였다. 발표 및 토론을 통해 모아진 의견은 다음과 같다.

- 1) 성취 기준, 평가 기준, 평가도구와 채점기준을 개발하고 이에 대한 타당성을 동료 교사와 검증한다고 되어 있는데, 타당성을 검증하는 방법이 구체적으로 제시되어야 한다고 본다. 적어도 교사 몇 명이 검증하여야 하는지, 교사간의 의견이 일치하지 않을 때 일치도는 어느 정도이어야 하는지, 그리고 타당도 검증요소의 제시가 필요하다고 본다.
- 2) 성취기준에 따른 평가기준은 상, 중, 하로 제시되어 있는데, 상, 중, 하로 구분한 내용은 대체로 타당하다고 생각된다. 그러나 포트폴리오는 실례에서 제시하고 있는 것과 같이 자료 모음집이므로 평가기준에서 제시하고

- 있는 평가기준에서 제시하고 있는 ‘- 3개 이상 찾아 발표하고 토론할 수 있다.’ 보다는 ‘- 3개 이상 토론을 통하여 찾아 발표할 수 있다.’로 바뀌어야 한다고 본다.
- 3) 평가도구는 들어가는 글, 과제, 활동안내, 제출형식 및 분량, 제출 기한, 모둠 편성으로 되어 있다. 그러나 활동안내에서 계획서와 활동일지의 작성 방법 뿐 아니라, 과제 수행방법을 보다 구체적으로 설명하는 것이 필요하다고 본다. 제출 형식으로 자료모음집, 계획서, 활동일지가 제시되어 있는데 자료모음집에 계획서와 활동일지가 포함되어야 한다고 본다. 자료모음집은 계획서, 활동일지, 과제의 답 순으로 제시되어야 한다. 과제의 답으로 즉 빠른 반응과 느린 반응의 예와 반응속도조절의 예가 설명되어야 한다.
 - 4) 채점기준을 보면 평가 관점 중 빠른 반응과 느린 반응을 정확하게 구분하여 제시하였는가를 평가하는 관점이 빠져 있다고 생각된다. 즉 빠른 반응과 느린 반응을 구분하는 분류능력을 성취기준으로 하였으므로 이에 대한 채점기준이 제시되어야 한다고 본다. 또한 다양하게 제시하고 설명하였는가에서 반응의 예를 적어도 몇 가지 이상 제시하였을 때 상의 점수를 줄 것인가 채점 기준이 명확하여야 한다. 이는 현장에 투입한 결과 및 과학 교과서의 내용을 검토하여 정하여 져야 한다고 본다. 채점 기준 두 번째의 경우도 마찬가지로 반응 속도를 조절하는 방법이 정확한가의 여부도 채점기준으로 제시되어야 한다.
 - 5) 평가 도구 중 ‘생각해 봅시다’의 시범실험 1에서 관찰된 현상을 적는 부분이 제시되어야 한다고 생각한다.
 - 6) ‘실험해봅시다’의 조별실험의 결과를 표에 기록하는 표의 왼쪽 부분에 비커 속의 물의 종류를 얼음물, 상온의 물, 따뜻한 물로 명시하여 주는 것이 나올 것으로 본다.
 - 7) ‘설명해봅시다’에서 각 질문에 대하여 기록할 수 있는 부분을 만들어 주는 것이 나올 것으로 보인다.
 - 8) 채점기준 중 문항을 표시하는데 있어 ‘생각해 봅시다’의 관찰하기 중 문항 4의 경우는 관찰하기보다는 추리하기에 해당된다고 생각된다.
 - 9) ‘설명해 봅시다’의 문항 2에서의 활동은 자료변환, 자료해석, 추리하기 탐구과정기능이 사용되는 문항이라고 본다. 평가도구개발을 할 때, 이 부분의 기록란을 잘 순서대로 체계적으로 제시하여야 한다. 학생들의 사고과

정에 도움이 될 수 있도록 혼동이 되지 않도록 하여야 한다. 기표가 발생하는 란과 용액 속에 남아 있는 기체의 양을 구분하여 적도록 하여야 한다. 또한 관찰한 것을 적는 란과 자료를 변환하여 적는 란과 자료를 해석하는 란은 구분하여 적도록 하여야 한다.

- 10) ‘설명해 봅시다’의 문항 3은 가설형성하기보다는 결론도출하기 탐구과정 기능이라고 생각한다. 실험을 하고 실험결과를 해석한 다음 결론을 도출하는 탐구과정이라고 생각한다.
- 11) ‘설명해봅시다’의 문항 4를 응용하기라는 탐구과정기능을 평가하는 문항으로 제시하고 있다. 응용하기는 블룸 등의 인지적 영역의 적용하기에 해당하는 능력이라고 생각된다.
- 12) 평가도구에서는 이에 해당하는 문항이 제시되어 있지 않다. 편집상의 잘못이라고 생각된다.
- 13) 조별 실험 기능으로 실험 내용에 맞게 장치 꾸미기는 변인통제 및 일반적인 실험 수행기능이라고 볼 수 있다.
- 14) 실례3은 논술형 수행 평가문항으로 중학교 3학년의 물질의 구성 단원인데 원자의 성질 이해와 질량보존의 법칙에 관한 자료해석 능력을 평가하는 문항으로 구성되어 있다. 채점 기준이 세 가지로 제시되어 있는데, 정답이 제시되어야 한다고 본다. 또한 어떠한 설명이 과학적인 설명이고, 어떠한 설명이 비과학적 설명인가 제시하는 것이 바람직하다고 본다.
- 15) 실례4는 서술형 수행평가로 중학교 2학년의 혼합물의 분리 단원에 관한 평가문항으로 서로 밀도가 다른 고체 물질 두 종류를 어떤 밀도의 용매로 분리할 수 있는가와 분리할 수 있는 원리를 설명하는 문항으로, 인지적 능력 중, 분석, 종합, 적용 능력을 평가하는 문항으로 생각된다. 일반적인 과학적 탐구능력 또는 탐구과정기능 보다는 인지적 능력을 평가하는 문항이라고 본다. 채점기준은 대체로 타당하다고 생각된다. 다만 2 점을 받는 서술내용 2의 E를용매 C로 바꾸어야 되겠다.

가

이 영역의 발표는 한국교원대학교 생물교육과 차희영 교수가 하였으며, 이에 대한 토론은 경인교육대학교 과학교육과의 신영준 교수가 진행하였다. 발표 및 토론을 통해 모아진 의견은 다음과 같다.

- 1) 발표 계획을 보면 과학적 태도)에 관한 내용을 하게 되어 있으나, 발표 내용은 정의적 영역에 대한 것이다. 그러면서 정의적 영역의 범주에 대한 여러 분류들을 소개하면서 과학에 대한 태도와 과학적 태도를 분리하여 말하기도 하고, 더 세분화하여 말하기도 한다. 그런 의미에서 본 연구가 과학적 태도에 관한 것인지, 아니면 정의적 영역에 관한 것인지를 분명히 밝혀야 할 것 같다. 정의적 영역으로 방향을 잡아 나가는 것이 바람직하다고 판단되며, 따라서 연구 제목도 ‘과학적 태도 평가(정의적 평가)’보다는 ‘정의적 영역 평가’로 잡아나가야 될 것으로 보인다.
- 2) 결론 부분에 ‘정의적 영역의 과학교사 평가 전문성 신장 준거(기준)’로 20개 항목을 제시하고 있다. 그런데 이 연구는 전체적으로 보았을 때 교사에 대한 평가가 아닌 학습자(학생) 평가의 전문성 신장 모형을 개발하는 것으로 여겨지는데, 여러 항목들에서 과학교사를 평가하는 준거처럼 보이는 부분이 나타난다. 다시 말해 학생들의 정의적 영역의 과학학습 평가를 수행하기 위하여 과학교사들이 정의적 영역에 대한 평가 방법, 평가 문항 작성 방법 등의 전문성을 갖춘다고 서술하는 방식으로 준거가 세운다면 의미가 있겠지만, 과학교사들의 과학에 대한 태도를 측정하는 듯한 준거는 좀 생각해보아야 하지 않을까 한다.
- 3) ‘정의적 영역의 과학교사 평가 전문성 신장 준거(기준)’로 20개 항목이 어떤 과정을 통해서 나왔는지에 대한 자세한 안내(납득할만한 안내)가 있으면 한다. 덧붙여서 20개 항목의 준거를 공통되는 해당 영역들끼리 묶어 범주화하여 접근하는 것이 필요할 듯하다.
- 4) 학생들의 과학에 대한 태도 관련 평가 자료는 과학교사가 과학수업을 실행하는 기초 자료 뿐만 아니라, 과학 학습 지도시 참고할 유용한 자료로 활용되어야 한다는 내용이 있다. 물론 방향은 그런데 정의적 영역 평가 자료를 구체적으로 어떻게 활용해야 한다는 내용이 빠져 있다. 물론 앞으로 이 내용을 채울 것으로 여겨지지만 학교 현장에서 과학교사들이 쉽게 접할 수 있는 좋은 예시 자료가 되었으면 한다.

가

이 영역의 발표는 한국교원대학교 물리교육과 권재술 교수가 하였으며, 이에 대

한 토론은 공주대학교 최혁준 연구원이 진행하였다. 발표 및 토론을 통해 모아진 의견은 다음과 같다.

- 1) 적성은 일반 능력, 언어력, 수리력, 공간력, 형태 지각력, 사무지각력, 기능 조정력, 손가락 기능력, 손 기능력, 눈, 손, 발의 기능 조정력, 색 분별력 등 11가지 유형으로 나누어 진다는 점을 고려할 필요가 있다.
- 2) 직업적 성격유형은 어릴 때부터 기질적으로 또는 자라오는 동안 환경에 상호작용하면서 형성되는데 이러한 직업적 성격유형을 잠재적 적성으로 파악하여 진로를 선택하게 된다면 그 후의 직업에서나 개인생활을 만족스럽고 행복하게 보낼 수 있게 될 것이라는 점을 고려하여야 한다.
- 3) 국내외에서 개발된 기존의 과학적성 검사의 요인들을 포함한 평가 항목들을 고려할 필요가 있다.
- 4) 과학 영재아를 선발하는 도구에 포함된 평가 항목들을 고려할 필요가 있다.
- 5) 과학 적성의 요인이라고 볼 수 있는 공간구현력(spatial visualization), 이론적 평가력, 적응적 융통성(adaptive flexibility), 추리력, 개념적인 관계성의 영역 등에 대한 항목의 고려도 필요하다.
- 6) 대부분의 과학 적성 요소들은 정의적인 면에 한정되어 있는 듯하다. 과학 적성이란 장래에 과학과 관련된 활동의 성공가능성을 나타내고자 하는 척도로, 과학에 대한 잠재능력을 바르게 평가하기 위해서는 가능하면 다양한 자료를 활용하는 것이 바람직하겠다.
- 7) 정의적인 요소(과학 관련 태도 등)뿐만 아니라 인지적 요소(과학 및 수학 관련 지식, 논리력 등), 과학관련 기능(탐구능력 등) 등을 종합적으로 평가하여 학생의 과학적성을 판단하는 것이 필요하다.
- 8) 과학적성의 구체적인 속성을 규명하여 그 구성 요인을 추출하기 위해서는 과학적성 관련 문헌에 나와 있는 내용뿐만 아니라 일반 적성검사에서 과학 관련 적성이 있는 것으로 판단하는 준거 등을 살펴보는 것도 필요하겠다.
- 9) 과학교사의 과학적성 파악 능력 준거는 제시된 바와 같이 과학 성적, 학생의 태도, 행동 사례 등을 종합적으로 평가하는 것이 필요하다. 그러나 각 요인의 결과가 상이할 때 어떤 요인에 가중치를 줄 것이며, 구체적으로 과학관련 진로를 권할지 말아야 할지 판단하는 것은 쉽지 않다. 구체

적인 판단 준거를 과학교사에게 제시해 줄 수 있으면 더욱 좋겠다.

- 10) 과학적성은 현재 학생이 나타내고 있는 다양한 자료를 통하여 장래의 과학 관련 활동의 성공가능성을 가름하는 척도이다. 그러나 과학적성은 말 그대로 잠재적인 능력을 평가하는 것이다. 과학교사는 현재 나타난 결과를 근거로 적성을 판단할 뿐만 아니라 아직까지 발현되지 않은, 말 그대로 숨은 자질을 보고자 노력해야 하며, 이러한 가능성을 높이 인정해야 한다는 점을 포함시킬 필요가 있다.

가

이 영역의 발표는 단국대학교 과학교육과 신동희 교수가 하였으며, 이에 대한 토론은 청주교육대학교 신명경 교수가 진행하였다. 발표 및 토론을 통해 모아진 의견은 다음과 같다.

- 1) 과학교사의 과학평가전문성을 키우는데 있어 제시한 바의 기초적 통계 방법의 이해는 필수일 것이다. 이에 따라 통계학을 처음 접하는 교사들을 배려하여 다양한 통계 방법을 소개한 것은 좋은 접근 방법이다. 학교상황을 고려한 예들과 자료값의 해석방법 및 각 통계 방법이 어떤 장단점을 가지고 있는지에 대한 설명도 적절하다고 본다.
- 2) 평가문항의 분석이 교수-학습개선으로 이어지는 상황을 전제로 하고 있다는 지적은 원론적이면서 적절한 방향설정이라 생각된다. 많은 경우에 일선교사들은 자신이 개발한 평가 도구에 대해 분석을 하지 않는 경우도 많고, 한다고 하더라도 비전문적인 잣대를 사용하여 실질적인 후속 교수-학습에 반영되기 어렵다. 이에 따라 실질적으로 도움이 되는 난이도, 변별도, 특히 답지 반응 분포와 같은 측면들을 제시 및 설명한 것은 정확한 설정이라고 본다.
- 3) 현장에서 어려워하는 평가인 수행평가에 대한 보다 자세한 설명은 교사의 수요도를 잘 반영하고 있다. 평정법이나 체크리스트법, 일화 기록법은 수행평가에서 많이 사용되는 방법으로서 과학교사의 이해를 전제로 한다. 특히 평정법에서 발생할 수 있는 오류들을 자세히 설명한 것은 적절하다. 일화 기록법은 현재 과학교육연구에서도 자주 사용되는 방법으로 실질적으로 교사들에게 더 큰 도움을 줄 수 있는 자료로서 통계수치로 알아내지

못하는 것을 파악하는데 적절한 것이다.

이러한 수행평가에서 세부기준(Rubric)의 도입을 통해 채점의 객관성을 확보하려는 시도도 적절하다고 본다.

- 4) 전체연구는 과학평가에서의 전문성을 과학교사로 하여금 확보하게 한다는 취지를 가지고 있다. 과학평가 자료처리연구도 이와 같은 차원에서 이해될 수 있다. 연구내용이 과학영역으로 초점을 맞추었다기 보다는 다소 일반적인 논의로 전개되고 있다. 일반론 수준의 논의에 덧붙여서 과학평가 자료처리에서 각 하부 항목들에서 보다 실제적 차원에서의 과학평가 예들을 도입할 필요가 있다고 본다. 과학교사의 전문성 신장이라는 대전제와의 일치감을 이루어 내는 작업이 다소 필요한 듯하다.
- 5) 과학평가를 어떻게 보고할 것인가를 논의할 필요가 있다고 본다. 또한 수행평가와 연관 지어 과학과목에서 많이 논의되는 포트폴리오와 같은 평가물의 정리와 이의 효율적인 사용에 대한 언급도 적절할 듯하다. 이는 교수-학습 개선을 위한 평가 분석이라는 내용과도 맞물리는 것으로 평가 결과의 보고는 결국 새로운 교수-학습을 위한 근거자료로 제시될 수 있고 이를 위한 방법론적인 논의도 도움이 될 것이다. 정리하자면 평가의 처리와 평가결과의 이용 사이에 필수적인 과정이 처리된 내용을 정리하고 보고하는 것이며 이에 대한 간략한 언급이 필요하다고 본다.
- 6) 과학평가 자료의 처리연구는 같은 연구팀 내의 다른 영역에서 이루어진 연구와 연계성이 높지 않은 것으로 보인다. 그리고 앞서 언급된 내용으로 보다 단순한 소개수준의 논의에서 현장교사의 상황을 보다 고려한 내용이 추가되는 등 좀 더 확장시킬 필요가 있다고 본다. 다시 말해 과학태도나 성취도 혹은 탐구 영역에서 제안하는 평가방식들을 염두 해 가면서 평가 자료처리 연구를 재구성하면 보다 일치감 있는 연구가 될 것이다.

가

이 영역의 발표는 이화여자대학교 과학교육과 김성원 교수가 하였으며, 이에 대한 토론은 청주교육대학교 과학교육과 정병훈 교수가 진행하였다. 발표 및 토론을 통해 모아진 의견은 다음과 같다.

- 1) 이 연구는 학생들의 과학 능력을 단편적으로 평가해왔던 기존의 연구와는 달리, 과학평가를 과학지식, 과학적 탐구능력, 과학 수행과정, 과학적 태도, 그리고 과학 적성 등의 영역으로 나누어 수행하게 됨으로써 학습자의 상태를 포괄적으로 이해하게 되는 기본 요건들을 충족시켰다고 할 수 있다.
- 2) 각 영역마다 세부적으로 모두 다루는 것은 연구의 양도 많은 뿐만 아니라 꼭 그렇게 하는 것이 반드시 필요한 것만은 아니다. 오히려 이 연구에서 수행하려는 과학교육 평가의 목적이 무엇인가를 고려하여 이를 중심으로 필요한 부분만 심도 있게 활용방안을 논의하는 것이 더 중요할 것이다.
- 3) 영역별 평가방법에 관한 앞선 연구가 어느 정도 윤곽을 제시하였기 때문에 이를 바탕으로 각 영역에 대해 활용 사례들을 좀 더 구체적으로 설명해 주는 것이 바람직하다고 할 수 있다. 다만 평가의 전문성이 평가 이론과 평가 내용을 기반으로 한 평가 기법에 관련된 것이라면, 수업의 전략과 개선은 평가 결과가 주는 정보를 바탕으로 한 교수 및 학습에 관한 것이기 때문에, 하나의 평가 사례를 통해 전문적인 개발 방법과 수업의 전략을 동시에 논의해 보는 것도 의미 있다고 할 수 있다.
- 4) 활용 사례를 모든 평가 영역에 대해 모든 과학교과의 단원들을 학년별, 수준별로 제시할 필요는 없다. 평가 영역별로 한 과학교과의 사례만 제시하여도 교사들에게는 평가 방법을 개선하고 전문성을 스스로 신장하여 수업을 개선하는데 큰 도움이 될 수 있다.

3 집중 협의 및 연구 방향 수정 단계

중간 보고서는 한국교육과정평가원이 의뢰한 전문가 2인에 의해 심사되었으며, 심사 결과는 2부의 중간 보고서 평가표로 제시되었다. 평가표는 연구 계획 대비 연구 추진 정도, 수행 내용의 질, 보고서 작성 체계 및 문장의 논리성 등 3영역에 대해 50점 만점으로 제시되었으며 종합 의견이 포함되었다.

가.

심사자 중 한 명은 10점 안점에 9점을, 다른 한 명은 8점을 주었으며 비교적 양호한 것으로 나타났다.

심사자 중 한명은 30점 만점에 27점을 주어 우수하다고 판단하였으나, 다른 한 명은 30점 만점에 18점을 주어 매우 미흡하다고 판단하였다.

심사자 중 한 명은 10점 만점에 8점을 주어 보통 수준이라고 판단하였으나, 다른 한 명은 10점 만점에 6점을 주어 매우 미흡하다고 판단하였다.

심사자들에 의해 지적한 부분은 다음과 같다.

- 1) 평가 기준을 인지적 영역, 탐구적 영역, 정의적 영역, 과학 적성 등으로 구분한 것은 부적절하다.
- 2) 인지적 영역과 과학 지식이 혼용되고 있다.
- 3) 성취 수준을 지식, 탐구, 태도로 구분하는 것은 타당하지만, 적성으로 구분하는 것은 부적절하다.
- 4) 과학 지식의 평가에서 중요하는 것은 지식의 생성 능력으로 볼 수 있으므로 탐구 능력을 중요시하는 것과 깊은 관련을 가진다.
- 5) 고입 연합고사를 제외한 특목고 시험, 수능 시험 등은 지식에만 치우친 평가가 아니다.
- 6) 문항의 형태에서 결합형과 선다형 등을 주관식이라고 묶은 것은 오류가 있다.
- 7) 수행평가를 지필평가와 배타적인 것으로 해석하는 것은 교육부에서 정의하는 수행평가와 다르다.
- 8) 창의성을 정의적 영역에 포함시키는 것은 적절하지 않으며, 지식, 탐구, 정의적 요소가 결부된 결정체로 보아야 한다.
- 9) 기타 내용의 수정: 표의 제시 형태를 수정할 것, 온도계 눈금을 1/0까지

- 읽는 것, 목차를 제시할 것 등
- 10) 과학교육평가에서 핵심적인 부분을 제시하고, 각 연구가 어느 부분에 해당하는지 그림으로 제시하여야 한다.
 - 11) 본 연구가 과학 교사의 학생 평가 전문성 신정을 위한 연구로 범위를 한정하였음을 명시하여야 한다.
 - 12) 연구에서 구분한 8개의 영역이 타당한 부분인지, 상호 포함 관계가 적절한지 전면적인 재검토가 필요하다. 그리고 8개 영역의 제시 순서의 적절성도 문제가 된다고 본다.
 - 13) 문장의 논리성이 결여되어 있다.

이러한 심사 결과와 중간 보고서에 대한 공개 토론의 결과, 타 과목 관련 학회의 연구 결과 비교 등의 자료를 토대로 연구 내용을 전면적으로 수정하였다.

4 결과 보고서 개발

2004년 12월 10일에 연구진들이 모여 4차 회의를 개최하고, 연구 결과와 집중 협의 결과에 대한 토론을 통해 수정과 개선해야 부분에 대한 협의를 하였다. 협의 결과, 내용 지식은 과학교육과정에 대한 지식, 교수-학습에 대한 지식, 과학교육평가에 대한 지식, 과학교과 내용에 대한 지식 등으로 구성하였으며, 수행 지식은 평가 계획 및 준비, 평가의 시행, 평가 결과 분석 및 해석, 평가 결과 보고 및 활용 등으로 구성하였다.

가.

1) 과학교육과정의 구성 철학과 추구하는 인간상에 대한 이해

- (1) 과학교육과정의 구성주의적 철학 배경에 대한 이해가 있어야 한다.
- (2) 과학교육과정에서 추구하는 과학적 소양을 가진 인간상에 대한 이해가 있어야 한다.

2) 과학교육과정의 목표에 대한 이해

- (1) 교육과정의 기본 뿌리에 해당하는 형식주의 교육사조에 근거한 과학교육과정의 목표에 대한 이해가 있어야 한다.
- (2) 학생들의 흥미와 유용성을 강조하는 생활중심 교육사조에 근거한 과학교육과정의 목표에 대한 이해가 있어야 한다.
- (3) 학문의 체계를 강조하는 학문중심 교육사조에 근거한 과학교육과정의 목표에 대한 이해가 있어야 한다.
- (4) 과학적 소양중심 교육사조에 근거한 과학교육과정의 목표에 대한 이해가 있어야 한다.
- (5) 과학 관련 필수 과목과 선택 과목에 제시된 과학교육과정의 목표에 대한 이해가 있어야 한다.

3) 과학교육과정의 내용체계에 대한 이해

- (1) 과학교육과정의 지식 영역에서 내용체계에 대한 이해가 있어야 한다.
- (2) 과학교육과정의 탐구 영역 체계에 대한 이해가 있어야 한다.
- (3) 과학교육과정의 선택 과목의 내용 특성에 대한 이해가 있어야 한다.

4) 과학교과의 학년별 내용 구성의 이해

- (1) 과학 교과가 처음 도입되는 초등학교 3학년의 과학 교과 내용 구성에 대한 이해가 있어야 한다.
- (2) 초등학교 4학년 과학 교과의 내용 구성을 이전 학년과 이후 학년과 연계하여 이해하여야 한다.
- (3) 초등학교 5학년 과학 교과의 내용 구성을 이전 학년과 이후 학년과 연계하여 이해하여야 한다.
- (4) 현상과 개념의 도입이 이루어지는 초등학교 6학년 과학 교과의 내용 구성을 이해하여야 한다.
- (5) 학교급이 달라지는 중학교 1학년에서 초등학교 6학년과 연계된 과학 교과의 내용 구성에 대한 이해가 있어야 한다.
- (6) 현상 중심에서부터 개념 중심으로 넘어가는 중학교 2학년 과학 교과의 내용 구성에 대한 이해가 있어야 한다.

- (7) 중학교 3학년 과학 교과서의 내용 구성을 이전 학년과 이후 학년과 연계하여 이해하여야 한다.
- (8) 국민공통 기본교육과정의 마지막 단계인 고등학교 1학년 과학 교과서의 내용 구성에 대한 이해가 있어야 한다.

1) 학생과 학습 상황에 대한 이해

- (1) 과학 교사는 학생의 개인 차이에 대해 이해하고 이들의 발달 수준이나 정신적 성장 속도의 차이, 학년별 특징, 문화적·사회적 배경의 차이, 성별 차이, 관심과 흥미의 차이, 오개념의 종류 등에 따라 적절한 평가 계획을 수립하는데 필요한 지식을 갖추어야 한다.
- (2) 학생의 적성에 맞추어 진로 지도를 할 수 있도록 학생들의 적성을 판별할 수 있는 방법, 과학과 관련된 학교의 특성 및 관련 직업에 대한 충분한 지식을 갖추어야 한다.
- (3) 모둠에 의한 토론 수업이나 실험 중심 수업에서 이루어지는 학생 관리나 통솔에 대한 지식과 기술에 대한 이해가 있어야 한다.
- (4) 교실 뿐 아니라 실험실과 야외·자연·현장 등에서 이루어지는 교수-학습 시설에 대해 이해하고, 적절한 시설의 이용을 통해 교육적 효과가 극대화될 수 있는 방안에 대한 지식을 갖추어야 한다.

2) 교육목표 성취에 적합한 교수 전략에 대한 이해

- (1) 교수-학습 이론과 모형에 대한 이해를 위해 관련 심리철학과 과학철학에 관한 지식을 갖추어야 한다.
- (2) 교수-학습 전략의 다양한 방법과 절차에 대해 이해하고, 교수 내용에 적절한 효과적인 전략을 선정할 수 있는 기술을 갖추어야 한다.
- (3) 과학 교수-학습 계획을 장·중·단기 계획으로 구분하여, 과학 교과서 또는 각종 과목별 계획, 교과서 내의 단원별 계획, 한 시간 수업 분량의

계획을 구상할 수 있는 능력을 갖추어야 한다.

3) 교육목표 성취에 적합한 교수 자료에 대한 이해

- (1) 교수-학습 목표를 평가할 수 있는 용어로 진술할 수 있어야 한다.
- (2) 교수-학습 내용을 과학 지식 및 과학적 탐구과정의 특성과 학생들의 인지적·신체적 발달 수준에 맞추어 선정·조직할 수 있는 지식을 갖추어야 한다.
- (3) 과학 교수-학습에 사용되는 다양한 매체의 효과와 이에 관련된 전문 지식을 갖추어야 한다.

가

1) 과학교육평가 및 유사 개념에 대한 이해

- (1) 학생을 평가하기 위해 과학 교사는 과학 교육평가의 정의를 이해하여야 한다.
- (2) 학생을 평가하기 위해 과학 교사는 과학교육평가의 목적과 기능을 이해하여야 한다. 이해 기능 중에는 학업 진전 상황과 과학 학습 결손의 파악 기능, 과학 교수-학습 방법의 개선 기능, 과학학습 평가 방법 및 도구의 개선 기능, 진로지도와 선발의 기능 등이 포함된다.
- (3) 학생을 평가하기 위해 과학 교사는 과학 지식(과학의 기본 개념), 과학의 탐구 능력, 과학적 태도 및 과학과 기술과 사회의 관계 등 다양한 과학교육평가의 영역을 이해하여야 한다.

2) 과학교육평가의 유형에 대한 이해

- (1) 학생을 평가하기 위해서는 준거지향평가와 규준지향평가에 대한 지식을 갖추어야 한다.
- (2) 학생을 평가하기 위해서는 진단평가, 형성평가, 총괄평가에 대한 지식을

갖추어야 한다.

- (3) 학생을 평가하기 위해서는 개념·과정·응용·태도, 창의성, 과학의 본성에 대한 평가 등에 대한 지식을 갖추어야 한다.
- (4) 학생을 평가하기 위해서는 평가 방법과 수집되는 자료의 성질에 따라 양적 평가와 질적 평가로 분류할 수 있는 지식을 갖추어야 한다.

3) 과학교육평가의 방법에 대한 이해

- (1) 학생을 평가하기 위해 과학 교사는 과학 지식의 평가 방법에 대한 지식을 갖추어야 한다.
- (2) 학생을 평가하기 위해 과학 교사는 지필 평가와 수행 평가 등 과학탐구 능력을 평가하는 다양한 방법에 대한 지식을 갖추어야 한다.
- (3) 학생을 평가하기 위해 과학 교사는 과학적 태도의 평가 방법에 대한 지식을 갖추어야 한다.

4) 과학교육평가 도구 개발 방법에 대한 이해

- (1) 과학교사는 평가의 목적과 대상, 상황에 맞는 평가 도구를 개발하는 데에 필요한 지식을 갖추어야 한다.
- (2) 평가 도구를 개발할 때에는 평가 도구가 측정하고자 하였던 것을 충실하게 측정하는지와 관련된, 타당도, 측정하려는 것을 안정적으로 일관성 있으며 오차를 최소화하여 측정하는지와 관련된 신뢰도, 시간과 비용, 노력을 적게 들이고도 목적을 달성할 수 있는가와 관련된 실용도에 대한 지식을 갖추어야 한다.
- (3) 과학교사는 일반적인 문항 제작 원리에 대한 지식을 갖추어야 한다. 지필평가와 수행평가 각각에 적합한 문항 제작 원리를 이해하여 이를 실행하는 데에 필요한 지식을 갖추어야 한다.
- (4) 개발한 문항에 적합한 채점 기준을 마련하는 데에 필요한 지식을 갖추어야 한다.

5) 과학교육평가 시행시 유의점에 대한 이해

- (1) 과학과에서 다루는 학습내용 또는 개념들 간의 위계와 내용 또는 개념 요소들의 조직에 대해 분석하고 체계화할 수 있는 지식을 갖추어야 한다.
- (2) 학생 스스로 탐구 과정을 통하여 개념이나 원리를 획득하도록 하기 위해서 하나의 활동으로부터 일어날 수 있는 행동의 변화를 여러 측면에서 접근할 수 있도록 교수·학습 과정에서 어떠한 행동 요인을 학습자에게 부과할 것인지 판단할 수 있는 지식을 갖추어야 한다.
- (3) 학습 과제 속에 포함된 내용 요소의 관계, 내용 요소와 행동 요인과의 관계를 명확히 하기 위하여 이원 분류표를 활용할 수 있는 능력을 갖추어야 한다.
- (4) 모든 학습 활동이 과학 교육적으로 의미 있고, 관찰될 수 있으며 평가될 수 있게 교수 목표를 명확히 하고 명시적인 행동 용어로 진술할 수 있어야 한다.
- (5) 상세화된 교수 목표에 따라 학습자의 목표 도달 정도를 측정하는 데 가장 적절한 과학 학습 평가 방법을 선정할 수 있는 지식을 갖추어야 한다.
- (6) 학습자가 성취한 지식 또는 개념, 탐구능력, 실험기구 조작 능력, 과학적 태도의 변화 수준을 정확히 측정할 수 있는 과학 평가 도구를 선정할 수 있는 지식을 갖추어야 한다.
- (7) 평가 문항과 설정된 교수 목표가 일치하는지 검토할 수 있는 지식을 갖추어야 한다.

6) 과학평가결과 분석 방법에 대한 이해

- (1) 과학교사는 평가 결과의 정확성을 보장하는 절차를 수립하고 이를 상세히 기술하는 데에 필요한 점수 척도, 통계 등에 관한 지식을 갖추어야 한다.
- (2) 과학 교사는 채점 오류와 오류의 원인 수정을 점검하는 데에 필요한 지식을 갖추어야 한다.

7) 과학평가 결과 활용 방법에 대한 이해

- (1) 과학교사는 평가를 통하여 학생들의 지식, 탐구능력, 태도의 수준을 과

- 악할 수 있는 능력을 갖추어야 한다.
- (2) 파악한 학생들의 지식, 탐구능력, 태도의 수준에 맞추어 적절한 과학수업의 계획과 구성, 수업전략의 작성이나 수정을 할 수 있는 능력을 갖추어야 한다.
 - (3) 과학교사는 평가결과를 적절히 활용하여 학생들의 성취도 수준을 가늠하거나 학생들을 격려, 충고하는 등 학생지도의 방향을 결정하는데 활용할 수 있는 능력을 갖추어야 한다.
 - (4) 과학교사는 평가결과를 부모 면담이나 동료 과학교사 및 장학사와의 협의 시에 활용할 수 있는 능력을 갖추어야 한다.
 - (5) 과학교사는 평가결과를 기본으로 과학교육과정의 개편이나 교수의 질의 평가, 과학교육프로그램을 설계하고 개발하는 기초 자료로 활용할 수 있는 능력을 갖추어야 한다.

1) 과학의 성격과 구조에 대한 이해

- (1) 과학 교사는 과학의 본질적 특성에 대해 이해하여야 한다. 이를 위하여 과학지식이 발달하는 과정에 대한 다양한 이론들이 가지고 있는 장점과 한계점을 이해하고, 이러한 과학발달 이론들이 가지고 있는 가정과 전제조건을 이해하여야 한다. 또한 자연과학과 사회과학의 차이점, 과학과 미신의 다른 점, 과학과 종교가 추구하는 바의 차이점, 상호보완점 등에 대한 이해를 갖추어야 한다.
- (2) 과학 교사는 과학 지식의 역사적 배경과 과정에 대한 이해를 하여야 한다. 이를 통하여 과학 개념이 개인적이고 사회적인 면을 가지고 있음을 인식하고, 과학의 개념의 형성된 시대적 배경과 그 지식이 탄생하기까지의 과정, 그 지식의 탄생과 관련된 많은 에피소드에 대한 충분한 지식을 갖추어야 한다. 그리고 이를 토대로 다양한 과학수업을 준비할 수 있는 능력을 갖추어야 한다.
- (3) 과학교사는 과학의 학문적 구조에 대한 지식을 갖추어야 한다. 그리고 모든 과학이 사실에 바탕을 두고, 내적인 타당성이 있어야 하며, 검증가능해야 한다는 점 등 과학의 공통적인 특성과 함께 과학의 각 분야별

특성과 공학과의 차이점 등을 이해하여야 한다.

- (4) 과학 교사는 모든 과학 지식이 탐구의 결과임을 이해하고, 자연을 탐구하는 과정의 본질에 대해 이해하여야 한다.

2) 과학 교과와 성격과 구조에 대한 이해

- (1) 과학 교사는 과학 교과와 특성에 대한 지식을 갖추어야 한다. 이를 위하여 과학교과가 인간의 본질과 관련하여 인간의 사고 과정과 인간이 직면한 문제를 해결하는데 어떻게 기여하는가를 알아야 한다. 뿐만 아니라, 과학교과가 다루는 내용, 과학교과에서 제공하는 활동이 가지고 있는 독특한 특성에 대해서 이해하고 있어야 한다.
- (2) 과학 교사는 과학 교과가 성립된 역사적 배경에 대한 지식을 갖추어야 한다. 또한 우리나라에서 과학이 학교에서 시행된 배경과 변천 과정을 이해해야 할 뿐만 아니라 외국(미국, 영국, 유럽 등)에서 과학교육이 학교교육에 들어오게 된 배경과 변천 과정을 이해해야 한다.
- (3) 과학 교사는 과학 교과와 구조에 대한 지식을 갖추어야 한다. 또한 과학 교과에서 다루는 활동의 유형과 특성에 대해서도 이해하여야 한다.

3) 과학 교과와 핵심 지식에 대한 이해

- (1) 과학 교사는 과학의 기본적인 사실에 대한 지식을 갖추어야 한다. 이를 위하여 과학은 자연 현상을 관찰한 사실의 토대 위에서 만들어진 정신적인 구조물임을 이해하고, 과학의 기본적인 사실들에는 어떤 현상을 관찰 또는 측정하여 얻은 값이나 이론적 체계를 만들기 위해서 도입한 기호나 상수 등이 포함된다는 사실을 이해하여야 한다.
- (2) 과학 교사는 과학의 기초 개념에 대한 지식을 갖추어야 한다. 이를 위하여 개념이 형성된 배경을 이해해야 하고, 다른 개념과 어떻게 관련이 되어 있는지 이해하여야 한다. 그리고 그 개념의 의미를 다양한 용어(자기 자신의 용어, 학생들이 이해할 수 있는 용어, 상황에 적합한 용어 등)로 다양한 상황(실생활 상황, 실험실 상황, 가상적 상황 등)에서 다양한 방법(말과 글, 그래프나 그림, 행동 등)으로 진술할 수 있어야 한다.
- (3) 과학 교사는 과학의 법칙과 원리에 대한 지식을 갖추어야 한다. 또한 과

학의 모든 법칙이나 원리는 진리가 아니라, 불완전하다는 것을 인식할 필요가 있으며, 그 법칙이나 원리가 성립하는 조건이 무엇인가에 대해서 알아야 한다.

- (4) 과학 교사는 과학의 개념 체계와 이론에 대한 지식을 갖추어야 한다. 과학의 개념 체계 또는 이론은 논리적으로 연결된 법칙들의 구조물이라고 할 수 있으며, 이론 체계를 이해한다는 것은 과학 지식을 하나의 통일체로서 인식하고, 자연현상을 하나의 통일된 시스템으로 이해하여야 한다.

4) 과학의 탐구 방법과 태도에 대한 이해

- (1) 과학 교사는 학교 교육에서 탐구 학습의 중요성을 인식하고, 과학적 탐구의 절차와 방법에 대한 지식을 갖추어야 한다. 그리고 각 절차를 수행하기 위하여 필요한 기술, 즉 실험기구를 다루는 방법, 다양한 계측기구를 사용하는 방법, 측정을 하고 오차를 처리하는 방법, 데이터를 입력하고 이를 처리하는 다양한 기술들에 대해 알아야 한다.
- (2) 과학 교사는 바람직한 과학적 태도의 정의, 바람직한 태도를 함양하기 위한 조건과 방법에 대한 지식을 갖추어야 한다. 또한 이러한 태도를 함양하기 위한 활동의 종류와 활동의 수행 방법에 대한 지식을 알아야 한다.

5) 과학교과 내용의 선정과 조직에 대한 이해

- (1) 과학교사는 과학교육과정에 있는 과학의 내용 구조와 선정된 배경에 대한 이해를 하여야 한다.
- (2) 과학 교사는 교육과정에 있는 내용을 현실(학교의 여건이나 학습자의 수준 등)에 맞게 다른 등가의 내용으로 대체할 수 있는 능력을 갖추어야 한다.
- (3) 과학 교사는 효율적인 학습을 위해 내용을 재조직할 수 있는 능력을 갖추어야 한다.
- (4) 과학 교사는 효율적인 학습을 위해 내용의 전개 순서를 재조직할 수 있는 능력을 갖추어야 한다.

가

1) 합리적인 목표 설정에 대한 이해

- (1) 과학 교사는 지식, 이해, 적용, 분석, 종합, 평가 능력 등의 위계에 따라 인지적 영역의 평가 목표를 설정할 수 있는 지식을 갖추어야 한다.
- (2) 과학 교사는 관찰, 기록, 측정, 조작, 추리, 절차능력, 탐구절차의 선택능력 등과 같은 과학 탐구 능력을 평가하기 위한 평가 목표를 설정할 수 있는 지식을 갖추어야 한다.
- (3) 과학 교사는 과학에 대한 일반적인 태도, 과학적 동기, 과학에 대한 부정적인 측면, 과학교사에 대한 학생들의 태도, 과학교육과정에 대한 태도 등과 같은 정의적 측면의 평가 목표를 설정할 수 있어야 한다.

2) 평가 내용 설정에 대한 이해

- (1) 과학 교사는 학생의 학습 결과를 지식, 이해, 적용, 분석, 종합, 평가 등의 수준으로 구분하여 평가할 수 있는 지식을 갖추어야 한다.
- (2) 과학 교사는 학생의 관찰 능력, 자료 수집 능력, 측정 능력, 조작 능력, 추리 능력, 절차 능력, 탐구 절차를 선택하는 능력 등을 평가할 수 있는 지식을 갖추어야 한다.
- (3) 과학 교사는 과학에 대한 일반적인 태도, 과학적 동기, 과학에 대한 부정적인 태도, 과학 교사에 대한 학생들의 태도, 과학 시간이나 교과서 등에 대한 태도를 평가할 수 있는 지식을 갖추어야 한다.

3) 평가 방법의 설정에 대한 이해

- (1) 과학 교사는 과학 지식을 평가하는 방법을 측정할 내용, 적용의 용이성, 검사 문항의 재이용 가능성, 출제 소요시간, 점수의 객관성 등에 대한 비교 준거에 의거하여 선정할 수 있는 지식을 갖추어야 한다.
- (2) 과학 교사는 과학 탐구능력의 평가의 어려움을 인식하고, 타당도와 신뢰도, 실용도가 높은 평가 방법을 선택할 수 있는 지식을 갖추어야 한다.
- (3) 과학 교사는 의미분석법, 리커트 척도, 서스톤 척도, 강제선택 문항법,

선다형 문항, 주관식 평가문항, 투사법, Q분류법, 개별 토론과 면담, 체크리스트, 관찰법, 보고서 등 과학에 관한 태도를 평가하는 다양한 방법의 특징에 대해 이해하고, 교실 상황을 고려하여 선정하는 능력을 갖추어야 한다.

4) 평가 도구 개발에 대한 이해

- (1) 과학 교사는 학생들이 학습을 통해 형성된 과학 지식과 과학 오개념 등에 대한 평가 방법의 형태와 장단점에 대한 이해를 갖추어야 한다.
- (2) 과학 교사는 학생들의 과학 탐구 능력을 평가하는 다양한 도구를 개발할 수 있는 지식을 갖추어야 한다.
- (3) 과학 교사는 과학에 관한 태도를 평가할 수 있는 다양한 도구를 개발할 수 있는 지식을 갖추어야 한다.

5) 평가 시행 계획에 대한 이해

- (1) 과학 교사는 설정된 목표에 부합하는 평가 방법을 선정하여 평가 도구를 확보하고 나면 평가를 시행할 구체적인 상황에 대해 예측할 수 있는 지식을 갖추어야 한다.
- (2) 과학 교사는 과학 탐구능력 중 실험 조작능력 등을 평가하기 위해서 필요한 실험 도구의 구입 등에 대한 지식을 갖추어야 한다.
- (3) 과학 교사는 과학적 태도를 인지적 영역이나 탐구 능력과 분리하여 독립적으로 평가할 수 있는 방안에 대한 지식을 갖추어야 한다.

6) 평가 결과의 분석과 해석을 위한 계획 수립에 대한 이해

- (1) 과학 교사는 지식, 탐구능력, 태도 등 어떤 영역의 평가 목표를 설정하여 평가를 시행할 계획인지에 관계없이 모든 평가 결과를 객관적으로 분석하여 학생과 학부모에게 정확하게 보고할 수 있는 수준으로의 자료를 처리할 수 있는 능력을 갖추어야 한다.
- (2) 과학 교사는 평가 자료들을 평가 목적에 적합하게 재구성하여 학생 개인의 경향 또는 학생 집단의 전체적 경향을 잘 드러낼 수 있는 자료

처리 방법에 대한 지식을 갖추어야 한다.

- (3) 과학 교사는 채점 과정에서의 주관성 여부가 문제로 제기 될 수 있는 주관식 평가의 경우 채점의 공정성과 객관성을 확보할 방안에 대한 지식을 갖추어야 한다.
- (4) 과학 교사는 평가 결과로부터 목적에 적합한 정보를 추출하고 체계적인 해석을 할 수 있는 지식을 갖추어야 한다.
- (5) 과학 교사는 평가를 계획하고 준비하는 단계부터 결과르 얻고 이를 분석하고 해석하는 단계까지의 계획을 수립할 수 있는 지식을 갖추어야 한다.
- (6) 과학 교사는 평가 점수에 대한 통계적인 지식을 갖추어야 한다.

7) 평가 결과의 활용 계획 수립에 대한 이해

- (1) 과학 교사는 학생의 학습 동기를 유발시키고 유지시켜 주기 위한 진단 평가의 활용 계획을 수립할 수 있는 지식을 갖추어야 한다.
- (2) 과학 교사는 과학 학습의 성취도를 측정하여 과학 교수 학습 평가 방법을 개선하기 위한 형성평가의 활용 계획을 수립할 수 있는 지식을 갖추어야 한다.
- (3) 과학 교사는 과학 교육정책과 제도의 효율성을 판정할 준거로 활용하기 위한 총괄평가의 활용 계획을 수립할 수 있는 지식을 갖추어야 한다.

가.

1) 평가 환경을 조성하기 위한 지식

- (1) 과학 교사는 지식 평가를 시행할 평가 장소, 평가 준비물, 평가 주위 환경, 평가 시간을 합당하게 선정하고 준비할 수 있는 지식을 갖추어야 한다.
- (2) 과학 교사는 탐구 능력을 평가할 장소, 평가 준비물, 평가 주위 환경, 평가 시간을 합당하게 선정하고 준비할 수 있는 지식을 갖추어야 한다.
- (3) 과학 교사는 태도 평가를 시행할 평가 장소, 평가 준비물, 평가 주위 환경, 평가 시간을 합당하게 선정하고 준비할 수 있는 지식을 갖추어야 한다.

다.

2) 평가를 실시하기 위한 지식

- (1) 과학 교사는 교실, 실험실 그리고 학생 상황을 고려하여 평가를 하기 전에 학습 목표 및 적절한 안내를 제공해 줄 수 있는 지식을 갖추어야 한다.
- (2) 과학 교사는 평가를 수행하는 도중에 평가 과정을 적절히 조절할 수 있는 능력을 갖추어야 한다.
- (3) 과학 교사는 평가하는 과정에서 얻어지는 학생들의 다양한 지식에 대한 증거들을 체계적으로 수집할 수 있는 지식을 갖추어야 한다.
- (4) 과학 교사는 학생들의 평가 결과를 합당하게 선택하여 정리할 수 있는 지식을 갖추어야 한다.
- (5) 과학 교사는 질문의 내용, 수준, 순서, 소요시간, 제시상황 등을 수정하거나 변경할 수 있는 지식을 갖추어야 한다. 이를 통해 이미 계획한 수업 전략을 보다 합당하게 조절할 수 있는 능력을 갖추어야 한다.
- (6) 과학 교사는 교사와 학생 또는 학생과 학생 사이에 상호 작용이나 교실 수업 과정을 관찰하거나 면접을 하는 과정에서 학생의 학습 증거들을 지필 쪽지, 보고서, 비디오 테이프, 녹음 테이프 등 다양한 방법으로 수집할 수 있는 지식을 갖추어야 한다.
- (7) 과학 교사는 다양한 평가 결과들 중에 필요한 증거물만을 선택하고 정리할 수 있는 지식을 갖추어야 한다.

가. 가

1) 평가 결과 자료 처리를 위한 기초적 통계 방법의 이해

- (1) 과학 교사는 점수 전체의 특성을 요약하여 보여주는 통계적 개념과 기법을 활용할 줄 알아야 한다. 예를 들어 도수 분포표와 그래프, 중심 경향값, 분산도, 정규 분포, 백분위, 표준점수, 상관계수 등을 구하고 해석

하는 능력을 갖추어야 한다.

- (2) 과학 교사는 교수-학습 개선을 위한 평가 문항을 분석할 수 있어야 한다. 이를 위하여 난이도, 변별도, 답지 반응 분포 등을 구하고 해석할 수 있는 능력을 갖추어야 한다.
- (3) 과학 교사는 평정법, 체크리스트 법, 일화기록법 등 다양한 수행 평가 자료를 객관적이고 정확하게 관찰하고 기록하는 방법에 대한 지식을 갖추어야 한다.
- (4) 과학 교사는 채점 기준(scoring rubric)을 작성하여 채점 시 발생하는 오차를 최소화할 수 있는 방안에 대한 지식을 갖추어야 한다.
- (5) 과학 교사는 평가 목적, 경제성, 신뢰도 등을 고려하여 평가 방법을 선택할 수 있는 지식을 갖추어야 한다.

2) 과학 평가 자료 처리 결과 보고에 대한 지식

- (1) 과학 교사는 학생의 노력과 향상 정도를 반영한 평가 결과를 정리하여 학생, 학교, 관련 기관, 학부모 등에게 보고하는 방법을 결정하는 지식을 갖추어야 한다.
- (2) 과학 교사는 학생에 대한 다양한 평가 결과들 중 어떤 부분에 더 강조점을 두고 판단해야 하는지 결정하는데 필요한 지식을 갖추어야 한다.
- (3) 과학 교사는 학생의 평가 근거를 명확하게 설정하고, 학생이나 학부모가 평가 과정이나 방법에 대해 이해할 수 있도록 전달하는 지식을 갖추어야 한다.
- (4) 과학 교사는 성취 등급의 경계선(borderline)에 있는 학생들의 성적을 확인하고, 등급 산정의 목적이 진학일 경우와 학생의 성취 동기 부여일 경우 등으로 구분하여 등급을 판정하는 지식을 갖추어야 한다.
- (5) 과학 교사는 학생의 평가 결과를 양적으로 기술하지 않고 글(written statements)로써 기술하는 경우, 학생들의 과학 능력에 있어서의 강점과 약점을 구체적으로 명기할 수 있는 능력을 갖추어야 한다.

3) 학생 평가시 유의점에 대한 지식

- (1) 과학 교사는 공정한 평가 방안을 모색할 수 있는 지식을 갖추어야 한다.
- (2) 과학 교사는 사전에 잘 설계된 학습 목표나 기준에 근거하여 평가하는 지식을 갖추어야 한다.
- (3) 과학 교사는 학기 초에 학생들과 학부모에게 성적 처리 과정에 대해 이 해시키는 과정에 대한 지식을 갖추어야 한다.
- (4) 과학 교사는 학생의 수행 정도를 근거로 평가할 수 있는 지식을 갖추어야 한다.
- (5) 과학 교사는 학생의 과거와 현재 상황을 구분하고 현재 상황에 근거하여 평가하는 지식을 갖추어야 한다.
- (6) 과학 교사는 학생들의 평가 결과를 학생들에게 알려주고 가능한 한 많은 피드백을 제공할 수 있는 방법에 대한 지식을 갖추어야 한다.
- (7) 과학 교사는 학생들의 평가 결과를 중요한 정도에 따라 가중치를 두어 판단하는 지식을 갖추어야 한다.
- (8) 과학 교사는 다양한 평가 결과를 근거로 학생들을 평가하는 지식을 갖추어야 한다.

가

1) 평가 결과 통지 및 학습 증진 전략 제공에 대한 이해

- (1) 과학 교사는 학습자와 학부모에게 학습자의 과학 학습의 지식 평가 결과와 그에 근거한 학습 증진 전략을 알릴 수 있는 지식을 갖추어야 한다.
- (2) 과학 교사는 관찰, 분류, 측정, 예상, 추리, 문제인식, 가설설정, 실험설계, 변인통제, 자료변환, 자료해석, 결론도출, 일반화 등의 탐구 과정과 토의, 실험, 조사, 견학, 과제 연구 등과 같은 다양한 과학 학습 활동을 통하여 얻은 평가 결과에 대한 정보를 학습자와 학부모에 알리고 과학 학습 능력을 증진하기 위하여 전략을 제공할 수 있는 지식을 갖추어야 한다.
- (3) 과학 교사는 태도 평가에 학습자들의 요구나 수준, 관심 등을 반영하고 그 결과를 활용하는 지식을 갖추어야 한다.

2) 격려, 충고, 촉진, 지원 등에 대한 이해

- (1) 과학 교사는 학습자의 심리적 특성과 환경을 이해하고 격려, 충고 등의 정의적인 측면에서 지원할 수 있는 지식을 갖추어야 한다.
- (2) 과학 교사는 학습자의 학습 능력과 환경을 이해하고 인지적인 측면에서 지원할 수 있는 지식을 갖추어야 한다.

3) 평가의 평가하기

- (1) 과학교사는 학습자 평가를 위한 과학교육과정, 과학고수학습, 과학교육 평가, 과학교과 내용에 대한 지식을 가지고 있어야 함은 물론 평가에 대한 계획부터 평가를 시행하고 결과를 분석한 다음 이를 활용할 때까지의 전 과정에 대한 지식도 갖추어야 한다.
- (2) 과학 교사는 학습 평가를 활용하기 위한 목표와 함께, 교사, 학습자, 학부모, 관계기관 등이 평가의 활용 범위임을 알고, 학습 평가가 학습자의 학습 능력의 증진을 돕고 학습 평가의 목표와 내용, 방법, 결과 활용이 적절하였는지, 양호하였는지 판단할 수 있는 지식을 갖추어야 한다.

5 결과 보고서 수정 단계

한국교육과정 평가원에서 연구의 결과 보고서에 대한 심사를 2명의 전문가에게 의뢰하였으며, 그 결과는 전반적인 총평으로 제시되었다. 그리고 이와 함께 한국교육과정 평가원에서 제시한 수정 지시 항목들이 제시되었다.

가.

- 1) 기준과 모형의 현실 적용 가능성에 대한 연구가 필요하다.
- 2) 평가의 평가에 대한 연구가 보강되어야 한다.
- 3) 2차년도 계획으로 모형 개발에 대한 언급을 할 필요가 있다.
- 4) 전문성 범주별 기준 안에서 수행기준은 범교과적 성격이 강하므로 본 연구의 성격과 기준의 정의를 명확히 할 필요가 있다.

- 5) 보고서에 포함된 내용이 과다하므로 중요한 내용 중심으로 유목화하여 정리하는 작업이 필요하다.
- 6) 참고 문헌과 본문의 내용을 연결하여 제시할 필요가 있다.

가

- 1) 최종 보고서에는 교과별 '교사의 학생 평가 전문성 신장 모형'과 '교사의 학생 평가 전문성 신장 기준'이 포함되어야 한다.
- 2) '교과별 전문성 신장 기준'은 그 기준을 설정한 논리적 이론적 근거를 제시하면서 정리하여야 한다.
- 3) 학회에서 공론화하기 위해 가졌던 세미나, 워크숍 등에 관한 사항을 연구 방법 및 절차에 대폭 보완하여야 한다.
- 4) 누구에게도 동일한 의미로 해석될 수 있도록 각 기준을 제시한 문장을 체계적으로 검토하여 운문하여야 한다.

이와 같은 결과 보고서에 대한 심사 결과와 한국교육과정 평가원에서 제시한 수정 지시 항목들을 고려하여 최종 보고서 작성의 방향을 결정하였다.



과학과 교사의 학생 평가 전문성 신장 모형

과학 교사의 평가 전문성 신장이라는 목표를 달성하기 위한 내용과 방법을 정리해 보면 <그림Ⅲ-1> 과 같다. 과학 교사의 학생 평가 전문성 신장이라는 목표 달성을 위한 방법으로 정규 과학 교사교육 프로그램에서 이루어지는 것을 가정하여 만들어진 모형이다.

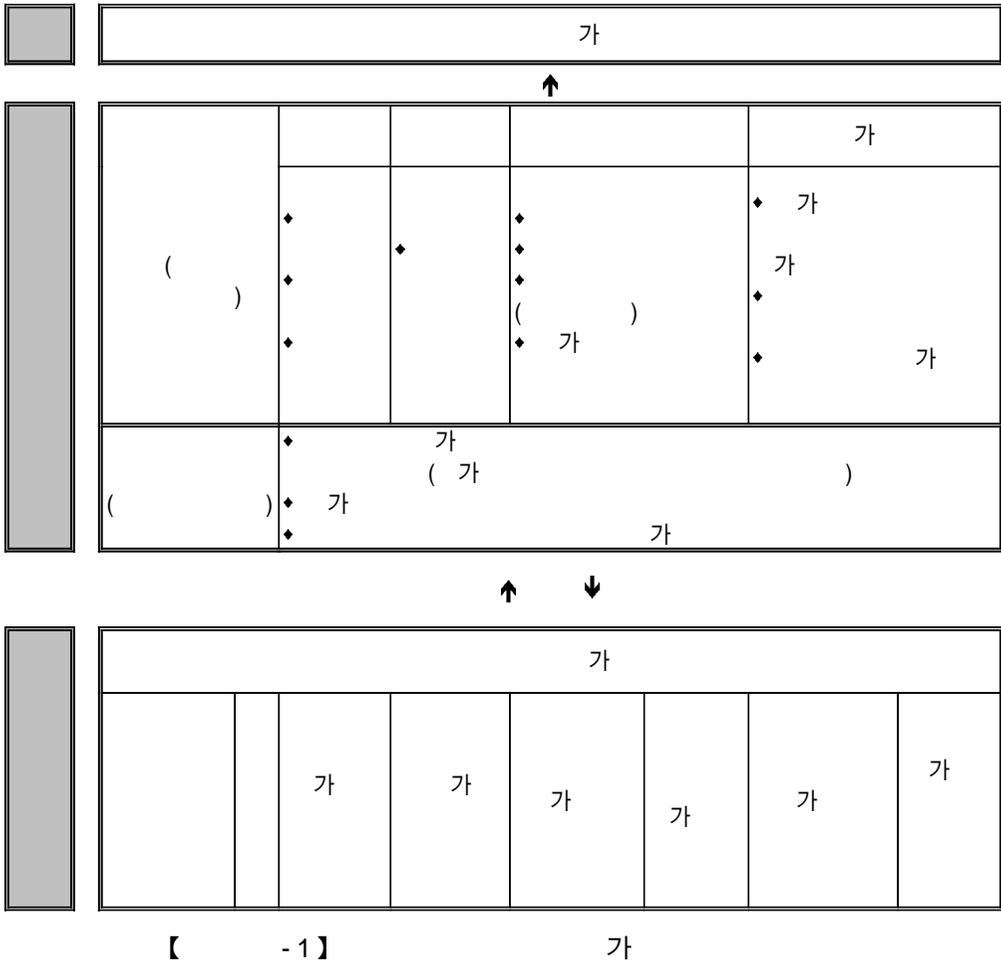
먼저 임용 전에 과학 예비교사들은 학생평가와 관련하여 기본적인 소양을 습득하기 위해 교사양성과정인 사범대학이나 일반대학 교직이수프로그램에 참여하여 과학교사로서의 학생 평가 전문성을 신장시키기 위한 지식 및 기술을 습득할 기회가 주어진다. 현실적으로 과학 교육 평가에 관련해서는 체계화되지 않은 과목들로 구성되어 있으므로 이부분에 대한 표준화된 과학 교사 교육 과정의 개발이 필요한 실정이다.

또는, 평가 관련 과목 이수를 필수화함으로써 현재 평가 전문성과 관련된 제도가 전무한 부분을 고려할 수 있다. 교육실습 과정을 통해 일부 평가능력을 개발할 수도 있지만, 현실적인 부분에서 교육실습과정에서 학생 평가와 관련된 훈련을 하는 경우는 극히 미미한 실정이다. 특히, 과학 교사가 되기 위한 교육실습 과정에서는 실험·실습과 관련해서도 다양하고 많은 시간이 필요한 과정일 수 있으므로, 충분한 연구를 바탕으로 교육실습과정에 평가 전문성 교육을 필수화하는 체제를 고려해 볼 수 있겠다.

과학교사로 임용된 후에는 각종 연수 프로그램에 참여함으로써 과학교사로서의 직무수행 능력을 보강할 수 있다. 여기에는 정기적으로 참여해야 하는 실험 연수만 해당하는 것이 아니라, 최근 과학교사들의 참여도가 높은 다양한 과학교사 자율연수가 포함된다. 연수시행기관의 규모에 따라 학교수준이나, 지역교육청 수준, 시도 교육청 수준 및 국가 수준에서 이루어지는 것으로 나눌 수가 있다.

학교 내에서 과학과 협의회나, 동료 장학 및 교내 연수를 통해 평가와 관련된 전문성을 신장시킬 수 있다. 이를 위해서는 학교 내에서 스스로 할 수 있는 질 좋은 프로그램들이 제공될 필요가 있다. 또한, 초등 과학 교사들의 경우 지역교육청에서 운영하는 실험 연수를 통해 정규 과학 교사 평가전문성을 신장시킬 기회를 얻을 수 있다. 시도교육청 수준에서 마련하는 신입교사 연수, 자격연수, 직

무 연수 등에도 참여할 수 있다. 그러나 현재 과학 교사 평가 전문성 신장을 고려한 연수프로그램자체가 미미한 형편이므로 국가적인 규모로 과학교사 평가전문성을 신장시키기 위한 목표아래 대대적인 특별 과학교사 재교육 과정을 준비하여 연수하는 것도 가능할 것으로 본다.



그 내용으로는 과학교사의 학생 평가 능력 요인이 되는 과정별로 구성할 수가 있는데, <그림 III-1>의 모형에 제시된 바와 같이 먼저 과학 교육과정의 기본 방향에 설정되어 있는 부분에 대한 연구를 바탕으로 초,중,고등학교 수준의 학생을 지도하는 교사들을 위한 프로그램을 구분하여 운영할 필요가 있다. 무엇보다도 실제로 수업설계를 평가에 맞게 할 수 있는 구체적이고 실제적인 훈련이 필

요하다.

평가의 목적이 지식에 관한 것인지, 탐구능력에 관한 것인지, 과학에 관한 태도에 관한 것인지에 따라 내용을 선정하는 것도 평가 전문성 신장을 위한 프로그램에서 고려해야 할 사항이며, 평가 목적에 맞는 평가 방법은 선정할 수 있도록 다양한 방법을 숙지하도록 해야 한다.

기존 개발되어 있는 평가 도구를 찾아서 활용할 수 있는 능력에 더하여 실제로 평가 목적에 맞는 평가 도구를 교사 및 학생의 특성에 맞게, 수업내용에 맞게 개발하여 사용할 수 있도록 훈련하는 것도 필요하다. 평가를 타당하고 신뢰롭게 실시하여 결과를 객관적으로 분석하고 해석할 수 있는 능력을 함양시키는 것도 과제다. 끝으로 얻어진 평가 결과를 얼마나 효율적으로 활용하여 학생과 학부모, 교사 간에 과학 교육에 관한 의사소통 자료로 삼을 수 있도록 하는 것이 궁극적인 과학 교사 학생 평가 능력을 신장시키기 위한 목표가 될 수 있다.

이 모형에 입각하여 구체적으로 과학교사의 학생 평가 기준들을 마련하였는데, 다음 장에 상세히 소개되어 있다.

IV

과학과 교사의 학생 평가 전문성 기준

1 과학과 교사의 평가 전문성 내용 기준 안

과학교사가 학생을 평가하기 위해서는 과학교육 평가에 대한 내용 지식을 알아야 한다. 과학교사가 갖추어야 할 내용 기준을 다음과 같이 과학교육과정에 대한 지식, 교수-학습에 대한 지식, 과학교육평가에 대한 지식, 과학교과내용으로 나누어서 다음과 같이 제시한다.

가.

과학 교사는 학생을 평가하기 위해 과학교육과정에 명시된 과학교육의 목표를 알고 있어야 한다. 또한 이러한 목표에 적합하도록 선택된 교육 내용과 학습 활동의 체계적인 편성과 조직에 대해 이해하여야 한다. 그리고 이러한 교육 내용과 학습 활동을 위한 계획을 수립하는 데에 필요한 지식을 갖추어야 한다.

1) 과학교육과정의 구성 철학과 추구하는 인간상에 대한 이해

학생을 평가하기 위해 우선 과학 교사는 과학교육과정을 구성하는 배경이 되는 철학에 대한 이해와 이를 바탕으로 과학교육과정이 추구하는 인간상에 대한 이해가 있어야 한다. 현재 과학교육과정은 구성주의적 철학에 그 바탕을 두고 있다. 따라서 이에 대한 이해가 과학교사들에게는 우선되어야 한다.

(1)

과학 교사는 과학교육과정의 구성주의적 철학 배경을 이해해야 한다.

구성주의에 대한 시각은 다양하지만, 기본적으로 구성주의는 학습자의 인식에 따라 매우 다른 형태의 지식 획득이 이루어질 수 있음을 전제로 한다. 우선 과학은 경험적인 사실에 바탕을 두고 논리적인 체계를 갖춘 학문으로 보지만 관찰 사실은 학습자의 감각 기관에 의존하거나 인지구조에 의존하는 특성을 지닌다. 뿐만 아니라 여러 관찰 사실들로부터 일반화하는 과정에서 모든 경우로 확대 해석함으로써 귀납주의적인 오류를 야기할 수 있다. 이러한 과학적 사고에서의 귀납주의적인 문제점을 확률론이나 다른 대안적인 사고로 대체하려는 노력 등에 대해서 교사는 이해하고 있어야 한다.

(2)

과학 교사는 과학교육과정에서 추구하는 과학적 소양을 가진 인간상에 대한 이해해야 한다.

오늘날 과학교육과정에서 추구하는 인간상은 과학적 소양을 가진 인간이다. 과학적 소양의 첫째 요건은 기본적인 과학과 기술에 관련된 용어와 개념들을 이해하는 것이다. 예를 들어 원자, 분자, 세포, 유전자, 중력, 방사능과 같은 기본적인 용어를 이해하지 못하면 과학적 성과나 과학 기술에 관련된 공공의 사회적 문제에 관련된 사고를 할 수 없다. 과학적 소양의 둘째 요건은 과학의 과정 또는 과학적 방법의 본성을 이해하는 것이다. 과학을 배움으로써 과학과 비과학을 구분할 수 있고, 과학적 조사 방법이나 탐구하는 과정에 대해 아는 것 등이 여기에 포함된다. 과학적 소양의 셋째 요건은 과학과 기술이 넓게는 사회에, 좁게는 소비자나 부모, 시민으로서의 개인의 일상생활에 미치는 영향에 대해 이해하는 것이다.

이러한 과학적 소양을 갖춘 인간은 지역 사회에 관심을 가지고 지역사회에서 발생하는 문제를 인식하며, 문제를 해결하기 위하여 지역 사회의 자료와 정보를 이용할 수 있는 능력을 가진다. 그리고 실생활과 관련된 문제를 해결하기 위하여 정보를 찾는데 능동적으로 참여한다. 이렇게 얻은 정보를 이용하여 지역 사회의 발전을 위해 시민으로서 현명한 가치 판단이나 의사 결정을 할 수 있다.

또한 과학과 기술이 개인과 사회에 미치는 영향을 인식하고 있으며, 과학과 기술에 관련된 직업에 대한 정보를 알고 있다. 또한 미래에 과학과 기술의 발달 방향이나 영향에 대해 감지할 수 있으며, 스스로 이러한 정보를 수집하는 능동적인 자세를 가진다.

2) 과학교육과정의 목표에 대한 이해

과학교육과정에서 추구하는 목표는 교육과정의 사조에 따라 달라져 왔다. 현재까지 교육과정의 사조는 크게 형식주의, 생활중심, 학문중심, 소양중심으로 구분된다. 이러한 교육사조의 특성을 아는 것은 현재의 과학교육과정에서 추구하는 목표를 이해하는데 도움이 된다. 현재의 과학교육과정에 제시된 다양한 목표들에는 이러한 교육 사조들이 추구하는 방향들이 적절히 조합되어 있기 때문이다.

(1)

과학 교사는 형식주의 교육사조에 근거한 과학교육과정을 이해해야 한다.

형식주의 교육사조에서는 지식의 논리적 체계라고 할 수 있는 원리, 사실, 개념 등에 깊은 이해와 조예를 가진 학자나 전문가들에 의해 이루어진 교과 조직에 따라 구성된 학습 내용을 획득하는 것 자체에 교육과정의 목표를 둔다. 이러한 과학교육과정의 목표는 교수요목기 부터 현재의 과학교육과정에 이르기까지 계속 반영되고 있다. 이는 “과학의 기본 개념에 대한 체계적인 이해”라는 교육과정 목표에 포함되어 있다.

(2)

과학 교사는 생활중심 교육사조에 근거한 과학교육과정을 이해해야 한다.

형식주의 교육사조에서는 학문의 체계와 단계별 난이도를 중시한 것에 비해 생활중심 교육사조에서는 학습자에 그 초점을 둔다. 따라서 학습자의 생활적 필요성을 충족시키는 것에 교육과정의 목표를 둔다. 생활중심 교육사조에는 교과

조직에 바탕을 둔 학습에 목표를 두기 보다는 학습자의 흥미와 필요에 따라 이루어지는 학습 활동 자체를 강조하는 특징이 있다. 그리고 실생활 문제와 결부되는 학습 활동을 통해 문제를 올바르게 종합적으로 처리하는 능력을 기르는 것을 목표 중에서 가장 강조하였다. 생활중심 교육사조에서는 학습자의 학습 능력에 따른 교육 목표의 안배에도 관심을 기울였다. 따라서 학습자의 가장 가까운 경험에서부터 먼 경험의 순으로 학습할 내용과 관련 목표를 안배하고, 학습자의 추상화 능력 발달 단계에 따라 학습 목표의 수준을 조절하였다. 이러한 생활중심 교육사조에서 과학교육과정의 궁극적인 목표는 실생활에 응용할 수 있는 과학적 지식과 능력, 태도를 습득시켜서 합리적인 생활을 도모할 수 있는 인간의 양성이었다.

그러나 이러한 교육사조는 지나치게 학습자의 학습 능력이나 흥미를 고려할 경우 적절한 수준의 지적 자극을 제공하는데 실패하여 학문적 성취와 발달을 저해할 수 있다. 따라서 실생활에의 응용을 강조하는 과학교육과정 목표가 제시된 교육과정 시기 다음에 등장하는 과학교육과정에서는 이러한 목표가 제외되어 이전 교육과정의 목표로 인해 야기된 문제를 해결하려는 시도를 보여 왔었다. 예를 들어 생활중심 교육사조에 관련된 교육과정 목표를 제시한 2차 교육과정, 4차 교육과정 이후에 등장한 3차 교육과정과 5차 교육과정 및 6차 교육과정에서는 ‘실생활에의 응용’이라는 교육과정 목표가 삭제되었다. 그리고 7차 교육과정에서 다시 ‘실생활에의 응용’이 목표로 제시되었다. 이러한 교육과정 목표에서의 변화에 대한 특징을 교사가 이해하는 것은 다음에 이루어질 교육과정 목표에 대한 이해와 또 현재 교육과정에서 추구하는 목표가 야기할 문제 등에 대한 이해를 도모한다는 의미에서 중요하다.

(3)

과학 교사는 학문중심 교육사조에 근거한 과학교육과정을 이해해야 한다.

학문중심 교육사조는 일부분 형식주의 교육사조와 유사하다. 이 교육사조에서는 학문분야의 전문가들이 각 교과안에 내제되어 있는 지식의 본질을 학문적 체계에 따라 구성하고, 이를 학습자가 받아들이는 것을 가장 중요한 교육과정의 목표로 본다. 그러나 형식주의 교육사조와는 달리 과학 교과의 가장 중요한 특성으로서 탐구과정이라는 목표를 설정하였다. 즉 학습자가 자발적인 지적활동이라고 할 수 있는 탐구 과정을 경험하도록 하는 것이 매우 중요한 학습 목표이

다. 뿐만 아니라 지식의 본질을 체계적으로 구성한 지식의 구조를 배우면 배우지 않은 관련 현상에 적용이 가능한 ‘전이 효과’도 교육과정의 중요한 목표로 설정하였다. 이는 생활중심 교육사조에서 강조한 실생활에의 응용과는 달리 과학적 문제해결에의 활용을 강조한 것으로도 볼 수 있다.

(4)

과학 교사는 과학적 소양중심 교육사조에 근거한 과학교육과정을 이해해야 한다.

과학적 소양중심 교육사조에서는 인간이 사회인으로 살아가기 위하여 과학과 기술과 사회가 서로에게 미치는 영향을 이해하고 그 지식을 일상적인 의사 결정에 이용할 수 있는 능력을 가지는 것을 목표로 한다. 이러한 과학적 소양을 가진 사람은 사실, 개념, 개념의 조직, 그리고 논리적인 학습을 가능하게 하는 탐구 과정 기능 등에 근거한 상당한 양의 지식도 가지고 있다. 과학적 소양을 가진 사람은 또한 사회 속에서 과학과 기술이 가지는 가치를 인식하고 평가할 수 있으며, 그 한계에 대해서도 인식할 수 있다.

이러한 소양중심 교육사조의 목표는 형식주의, 생활중심, 학문중심 교육사조의 특성을 고르게 반영하면서 새로운 특성도 포함하고 있다. 따라서 소양중심 교육사조의 목표 중에는 개인의 삶을 향상시키고 점차 기술화되어 가는 세계에 대처하기 위하여 과학을 사용하는 능력을 기르는 것, 과학과 관련된 사회 문제를 책임있게 해결할 수 있는 능력을 가지는 것, 자연과 과학의 폭넓은 범위를 알고 자신의 적성과 관심에 부합되는 기술과 관련 직업을 선택할 수 있는 능력을 가지는 것, 과학이라는 학문을 계속하는데 필요한 기초 지식들을 획득할 수 있는 능력을 가지는 것 등이 포함된다. 따라서 교사들은 비록 교육사조가 변화하더라도 각 사조에서 강조되었던 목표는 다음 사조의 주장 중 일부로 남아 여전히 목표의 설정에 영향을 미치는 것을 이해하여야 한다.

현재 과학교육과정은 소양중심의 교육 사조를 바탕으로 하고 있다. 따라서 국민공통기본교육과정인 ‘과학’ 교과목의 목표는 자연 현상과 사물에 흥미와 호기심을 가지고 과학 지식 체계를 이해하며, 탐구 방법을 습득함으로써 올바른 자연관을 가지는 것에 두고 있다. 이를 위하여 자연의 탐구를 통하여 과학의 기본개념을 이해하고 실생활에 이를 적용하는 능력, 자연을 과학적으로 탐구하는 능

력을 기르고 실생활에 이를 활용하는 것, 자연 현상과 과학 학습에 흥미와 호기심을 가지고 실생활 문제를 과학적으로 해결하려는 태도를 가지는 것, 과학이 기술의 발달과 사회의 발전에 미치는 영향을 인식하는 것 등을 목표로 제시하였다.

(5)

과학 교사는 과학 관련 필수 과목과 선택 과목에 제시된 과학교육과정의 목표를 이해해야 한다.

초등학교 3학년부터 고등학교 1학년까지의 과학교육과정은 필수 과목으로 기본 과정과 보충 과정, 심화 과정으로 구분되어 있으며, 심화 보충 과정의 학습은 학생의 능력과 요구에 따라 다양한 선택 활동 중심으로 구성하여 학생 개개인의 자기 주도적 학습 능력을 향상시키고 과학적 소질을 발현할 수 있는 기회를 제공하고 있다(교육인적자원부, 1998).

고등학교에서 선택과목으로 제시하고 있는 ‘생활과 과학’ 교과에서는 학생들이 학습한 과학 내용을 바탕으로 생활 속에서 과학적 원리가 삶의 질 향상에 어떻게 기여하는가를 이해하고, 나아가 과학적 원리를 실생활에 적용시킬 수 있는 능력을 가지도록 하는데 그 목표를 두었다. 그리고 ‘물리 I’, ‘화학 I’, ‘생물 I’, ‘지구과학 I’ 교과에서는 과학의 기술, 정보화 사회의 시민으로서 갖추어야 할 과학적 소양을 기르는 것에 그 목표를 두었다. 또한 ‘물리 II’, ‘화학 II’, ‘생물 II’, ‘지구과학 II’에서는 과학기술 전문분야의 학업을 계속하거나 그 분야의 직업에 종사하려는 학생들을 위하여 자연 현상과 첨단 과학 기술의 원리와 미시적인 세계의 현상 등에 대해 체계적으로 다루어 자연 현상에 대한 새로운 과학적 시각을 가지는 데에 그 목표를 두었다.

3) 과학교육과정의 내용체계에 대한 이해

현 과학교육과정에서는 국민공통 기본교육과정인 ‘과학’ 교과에서는 내용을 에너지, 물질, 생명, 지구의 4 영역으로 나누고, 지식과 탐구 과정 및 탐구 활동으로 구성하였다.

(1)

과학 교사는 과학교육과정의 지식 영역에서 내용체계를 이해해야 한다.

에너지 영역에서 다루는 지식의 내용으로는 자기 현상, 전기 현상, 빛과 소리, 열과 온도, 힘과 운동, 에너지, 무게와 부력, 파동 등이 포함되어 있다. 물질 영역에서 다루는 지식의 내용으로는 고체, 액체, 기체 등 물질의 상태와 상태변화, 분자운동, 혼합물의 성질과 분리, 열에 의한 물체의 변화, 용해와 석출, 물질을 구성하는 원자와 분자, 전해질과 이온, 반응속도, 산과 염기의 반응, 물질의 변화와 에너지 등이 포함되어 있다. 생명 영역에서 다루는 지식의 내용으로는 생물의 구조와 기능, 발생과 생장, 환경과의 상호작용, 생명체의 물질대사, 자극과 반응, 생식과 유전, 진화 등에 대해 다룬다. 지구 영역에서 다루는 지식의 내용으로는 암석과 지각, 행성과 별, 계절과 날씨, 강과 바다, 지층과 화석, 물의 순환, 지구의 구조, 해수의 성분과 운동, 태양과 은하, 일기와 기후의 변화, 지구의 변동 등의 내용이 포함되어 있다. 이러한 내용들은 단편적인 지식이 아닌 기본 개념들의 유기적 통합하였다(교육인적자원부, 1997).

(2)

과학 교사는 과학교육과정의 탐구 영역 체계를 이해해야 한다.

탐구 과정에는 관찰, 분류, 측정, 예상, 추리 등 단순 탐구 과정과 문제 인식, 가설 설정, 변인 통제, 자료 변환, 자료 해석, 결론 도출, 일반화 등 복합 탐구 과정을 제시하며, 탐구 활동에는 토의, 실험, 조사, 견학, 과제 연구 등을 포함시켰다.

(3)

과학 교사는 과학교육과정의 선택 과목의 내용 특성을 이해해야 한다.

‘생활과 과학’ 교과서에서는 건강한 생활, 안전한 생활, 쾌적한 생활, 편리한 생활의 4 영역으로 나누었다. 건강한 생활 영역에서는 운동이 신체에 미치는 영향과 건강, 식품이 건강에 미치는 영향, 질병의 원인과 건강한 생활을 위한 태도 등의 내용이 포함되어 있으며, 안전한 생활 영역에서는 전기의 유용성과 안전을 위한 자세, 교통사고의 원인과 안전을 위한 방법, 재해의 특성과 원인, 그리고 이를 최소화할 수 있는 방안 등의 내용이 포함되어 있다. 쾌적한 생활 영역에서는 공기의 중요성과 오염원인 및 방지를 위한 대책, 물의 중요성과 오염 방지를 위한 대책, 환경의 중요성과 환경 유지를 위한 방법 등의 내용이 포함되어 있다. 편리한 생활 영역에서는 정보 통신 및 자동화 장치의 유용성과 실생활에의 응용, 신소재의 특성과 생활과의 관련성, 자원의 이용과 절약 및 개발 방안의 조사 등에 대한 내용이 포함되어 있다(한국교원대학교 과학교육연구소, 2003).

‘물리 I’에서는 힘과 에너지, 전기와 자기 및 파동과 입자 등의 영역과 실험, 조사, 토의, 견학, 과제 연구 등의 탐구로 구성되어 있다. 여기서는 실생활에 흔히 경험할 수 있는 스포츠, 교통, 놀이공원, 전기 제품, 통신, 음악, 의료 등의 상황 속에서 흥미와 호기심을 유발할 수 있는 소재를 선택하여 이를 과학적으로 탐구함으로써 물리 개념을 쉽게 이해하고 친숙해 질 수 있도록 내용을 구성하였다.

‘화학 I’에서는 주변의 물질, 화학과 인간 등의 영역으로 구성되어 있으며, 주변의 물질 영역에서는 물질의 성질과 변화를 통하여 화학의 기본 개념 및 그에 관련된 화학적 원리, 법칙 등을 다룬다. 여기에는 물의 특성, 수용액에서의 반응, 물과 우리 생활, 공기를 이루는 물질, 기체의 성질, 공기의 오염과 그 대책, 금속의 성질, 금속의 반응성과 이용 등의 내용이 포함되어 있다. 그리고 화학과 인간 영역에서는 실생활과 관련된 화합물을 중심으로 화학이 인간의 생활에 기여하는 성과를 인식할 수 있는 내용으로 구성되어 있다. 여기에는 탄소화합물의 성질, 탄소화합물과 우리생활, 세제, 의약품, 화학이 해결해야 될 과제 등이 포함되어 있다.

‘생물 I’에서는 인간에 대한 형태적, 생리적 기본 개념을 다루며, 인체를 중심으로 생명 현상을 통합적, 전체적, 거시적, 현상적으로 제시한다. 여기에는 생명 현상의 특성, 영양소와 소화, 순환, 호흡, 배설, 자극과 반응, 생식과 발생, 유전, 생명 과학과 인간의 생활 등의 내용이 포함되어 있다. 이러한 내용들은 세포 수준 이상에서 제시되며, 질병이나 건강 등 일상생활과 관련된 내용과 연결되어 있다.

‘지구과학 I’에서는 지구의 역사, 지구의 탐구 방법, 기권, 수권, 암권, 생물권, 각 권의 상호작용, 과거와 미래의 지구, 지구의 구성, 지구 환경의 변화, 지각 변동, 판의 운동, 대기의 순환, 물의 순환, 기압과 기단, 전선, 일기의 변화, 해저 지형, 해수의 성질, 해류, 해양의 변화, 천체의 관측, 태양계 탐사, 우주관 등에 대한 내용과 과학사 및 과학, 기술, 사회, 환경에 관련된 내용이 포함되어 있다.

‘물리 II’에서는 운동과 에너지, 전기장과 자기장, 원자와 원자핵 등의 영역과 실험, 조사, 토의, 견학, 과제 연구 등의 다양한 탐구로 구성되어 있다. 운동과 에너지 영역에서는 운동의 기술, 중력장 내의 운동, 충돌, 등속 원운동, 만유인력에 의한 운동, 단진동, 기체의 분자 운동, 열역학의 법칙 등을 다룬다. 전기장과 자기장 영역에서는 전기장, 직류 회로, 자기장 내 운동 전하, 교류, 전자기파 등의 내용을 다룬다, 그리고 원자와 원자핵 영역에서는 전자와 원자핵의 발견, 원자 모형, 수소 원자 스펙트럼, 원자핵의 구성과 소립자, 핵변환 등의 내용을 다룬다. 각 영역은 우리 주위에서 쉽게 볼 수 있는 공간상의 운동을 수식으로 분석하고, 에너지 보존 개념으로 이해하며, 전기장과 전자기파의 내용 등이 포함된다. 또한 자연 현상과 첨단 과학 기술의 물리학적 원리와 미시 세계의 현상을 체계적으로 다룬다.

‘화학 II’에서는 물질의 상태와 용액, 물질의 구조, 화학 반응 등의 영역으로 구성되어 있다. 물질의 상태와 용액 영역에서는 상변화, 용액의 성질 등 거시적인 화학 현상을 다루고, 물질의 구조 영역에서는 원자의 구조, 화학 결합 등 미시적인 화학 세계를 다룬다. 화학 반응 영역에서는 화학 반응의 주요 원리와 대표적인 화학 반응 등을 다룬다.

‘생물 II’에서는 세포의 특성, 물질 대사, 생명의 연속성, 생물의 다양성과 환경, 그리고 생물학과 인간의 미래 등의 영역으로 구성되어 있다. 세포의 특성 영역에서는 핵, 세포질, 세포막, 확산, 삼투, 능동수송, 효소의 구조와 특이성 등을 다루고, 물질 대사 영역에서는 엽록체의 구조, 광합성에 영향을 미치는 요인, 명반응과 암반응, 해당과정, 발효, TCA 회로, 전자 전달계 등을 다룬다. 생명의 연속성 영역에서는 세포 분열, 세포 주기, 연관, 교차, 핵산의 성분, DNA의 구조, 자기 복제, 유전 정보의 전달, 단백질 합성, 유전자 발견의 조절, 유기물의 생성, 원시 세포의 생성, 진화의 증거, 진화론 등을 다룬다. 생물의 다양성과 환경 영역에서는 종의 개념, 분류의 단계, 학명, 계통수, 분류의 기준, 종류, 생물적 환경, 무생물적 환경, 물질의 순환, 생태계의 평형과 파괴 등의 내용을 다루며, 생물학과 인간의 미래 영역에서는 생명 공학 기술과 이용, 생명 공학의 문제점, 생명 공학의 과제 등의 내용을 다룬다. 또한 분자 수준에서의 생명 현상까지 다루

어 물리, 화학적 개념과 원리를 생명 현상의 탐구에 활용하며,¹⁾ 탐구 대상을 자연계에 존재하는 다양한 생물로 확대하여 생명 현상을 폭넓게 다룬다.

‘지구과학 II’에서는 지구와 우주에 관한 현상을 전체적인 관점에서 볼 수 있도록 지구의 물질과 지각 변동, 대기의 운동과 순환, 해류와 해수의 순환, 천체와 우주, 지질 조사와 우리나라 지질의 영역으로 구성하였다. 여기서는 공간적으로 상호 밀접히 관련되어 있고, 시간적으로 변화하는 현상을 주로 다르므로 한 현상을 그 주변 현상과 시, 공간적으로 관련지어 다룬다. 지구의 물질과 지각 변동 영역에서는 지구의 물질, 지구 내부의 구조와 물리적 성질, 지구의 역장, 광물의 성질, 조암 광물, 암석의 특징, 암석의 생성 과정, 지질 구조, 지각 평형, 맨틀 대류, 화산과 지진, 판구조론 등을 다룬다. 대기의 운동과 순환 영역에서는 단열 변화, 안정도, 기압, 바람, 태양 복사에너지, 복사 평형, 대기 대순환, 편서풍 파동 등을 다룬다. 해류와 해수의 순환 영역에서는 해류의 원인, 수압 경도력 발생 원인, 지형류의 평형, 표층 순환, 심층 순환, 용승과 침강, 해파, 조석, 해일 등을 다룬다. 천체와 우주 영역에서는 지구의 운동, 행성의 운동, 공전 주기, 케플러 법칙, 별의 물리량, 별의 거리, 별의 분류와 진화, 별의 에너지원, 별의 운동, 허블 법칙, 우주의 나이와 크기, 우주론을 다룬다. 지질 조사와 우리나라 지질 영역에서는 지층 대비, 지질 시대의 구분, 지질 조사, 지질도, 우리나라 지질, 지하 자원 등의 내용을 다룬다.

4) 과학교과의 학년별 내용 구성의 이해

과학교과는 초등학교 3학년부터 시작되며, 고등학교 1학년까지 국민공통기본 교육과정으로 ‘과학’ 과목이 구성되어 있다. 학년별 내용 구성은 국민공통기본 교육과정인 ‘과학’ 교과에 한정하여 본다. 고등학교 2학년과 3학년의 경우에 선택 교과인 생활과 과학, 물리 I, 물리 II, 화학 I, 화학 II, 생물 I, 생물 II, 지구과학 I, 지구과학 II 교과의 경우 학년별 구성이 의미를 가지지 않기 때문이다.

(1) 3

과학 교사는 초등학교 3학년 과학 교과의 내용 구성을 이해해야 한다.

물리 영역에서는 자기력과 자기장의 개념과 관련이 있는 자석놀이를 배운다.

이를 통해 자석끼리는 서로 끌어당기거나 미는 힘이 존재하고 자석은 일정한 방향을 가리키는 성질이 있음을 안다. 그리고 나침판에 이를 응용하는 내용을 다룬다. 그밖에도 소리내기와 그림자놀이, 온도계기 등의 활동을 통해 파동, 빛, 열 등의 개념을 다룬다. 그러나 주로 놀이 활동을 통해 자연현상을 관찰하는 수준으로 내용이 구성되어 있다.

화학 영역에서는 주위의 물질들의 특성을 고체와 액체로 분류하는 방법을 알아보고 가루물질을 물에 녹여 용해성을 확인한다. 이러한 성질을 이용하여 섞여 있는 고체 혼합물을 분리하는 활동을 한다.

생물 영역에서는 초파리의 한살이를 통해 생물이 태어나고 성장하고 죽는 과정을 학습한다. 어항에 생물 기르기 활동에서는 생태의 기본 조건과 환경과 생물 간의 영향을 관찰한다. 또한 식물의 잎과 줄기의 특징을 관찰하고 물의 이동 통로를 관찰한다.

지구과학 영역에서는 돌과 흙의 모양, 색, 촉감을 관찰하고, 흙이 운반되는 과정과 지표면이 변화되는 현상을 다룬다. 지구와 달의 모양과 시각에 따른 변화도 다룬다. 하루의 온도와 구름의 양, 바람의 세기들을 표시하는 방법도 다룬다.

(2) 4

과학 교사는 초등학교 4학년 과학 교과서의 내용 구성을 이해해야 한다.

물리 영역에서는 주로 학생들이 직접 체험할 수 있는 활동을 통하여 무게의 개념, 측정 활동, 열 개념, 대류 개념, 전류 개념, 도체, 부도체의 개념 등의 내용으로 구성되어 있다.

화학영역에서는 액체의 성질, 순물질의 성질을 이용한 혼합물의 분리, 실생활에 응용되는 혼합물 분리의 예, 열에 의한 물체의 온도와 부피 변화, 물의 상태 변화 등의 내용으로 구성되어 있다.

생물 영역에서는 강낭콩의 겉모양과 속 구조를 관찰하고, 물이나 온도, 빛 등의 변인 통제 활동을 통해 강낭콩 싹이 트는 모습을 관찰하도록 구성되어 있다. 그리고 식물의 뿌리를 관찰하고 뿌리의 지지 기능에 대해 학습하도록 구성되어 있다. 또한 여러 가지 동물의 생김새, 동물의 생활 관찰하기 등의 내용으로 구성되어 있다.

지구과학 영역에서는 우주에 관련된 내용으로 북두칠성의 시각에 따른 변화,

하루 동안의 별자리의 움직임, 계절에 따른 별자리 찾기, 계절에 따른 별자리의 변화 등의 내용으로 구성되어 있다. 그리고 지질에 관련된 내용으로 강의 모양과 특징, 흐르는 물에 의한 강의 생김새 변화, 지층의 생김새와 구성 물질과 특징, 지층이 만들어지는 순서, 화석의 생성 과정과 특징 관찰 등의 내용으로 구성되어 있다. 해양에 관련된 내용으로 바다 밑의 모양과 깊이 등의 내용으로 구성되어 있다.

(3) 5

과학 교사는 초등학교 5학년 과학 교과서의 내용 구성을 이해해야 한다.

물리영역에서는 여러 가지 물체의 운동과 속력 비교, 거울과 렌즈에서 물체에 맺히는 상의 특징을 비교, 전지와 전구로 전기 회로를 꾸미기, 바람, 물체, 열, 전기의 에너지와 에너지의 전환 등의 내용으로 구성되어 있다.

화학영역에서는 다양한 물질을 물과 아세톤에 녹여 녹는 물질과 녹지 않는 물질을 확인하기, 과포화 용액을 만든 후 결정 만들기, 색, 냄새 등 여러 가지 분류 기준을 설정하여 용액의 성질 알아보기, 산성과 염기성, 중성 용액에서 금속과 대리석을 넣었을 때 용액의 변화 관찰하기 등의 내용으로 구성되어 있다.

생물 영역에서는 꽃과 열매의 생김새와 공통점 및 차이점 관찰, 겉모양과 속구조의 관찰, 식물의 잎에서 증산작용이 일어나며 환경 조건에 따라 증산 작용의 정도가 달라지는 것, 광합성의 결과로 녹말 형성, 작은 생물의 생김새와 특징 관찰, 생활환경과의 상호작용 관찰, 온도, 빛, 물 등의 환경 조건과 생물의 생활과의 관계 이해, 환경 조건에 따른 동식물의 색과 형태 등의 내용으로 구성되어 있다.

지구과학 영역에서는 하루 동안의 기온 변화, 해풍과 육풍이 부는 원리, 날씨 변화, 공기 중의 수증기, 구름발생 과정, 화산 분출 현상, 화산 활동과 관련된 암석, 태양과 태양계의 행성 운동 등의 내용으로 구성되어 있다.

(4) 6

과학 교사는 초등학교 6학년 과학 교과서의 내용 구성을 이해해야 한다.

물리 영역에서는 공기 중에서의 물체의 무게와 물 속에서의 무게를 비교, 물의 깊이에 따라 물 속에서의 압력 방향과 크기의 차이, 지레의 원리, 도르래의 원리, 전류가 흐르는 도선과 자석 주위에 자기장 형성 등의 내용으로 구성되어 있다.

화학 영역에서는 기체의 무게, 기체에 힘을 가할 때 부피 변화, 기체의 용해, 기체의 성질, 석회수와 이산화탄소의 반응, 산소와 연소, 소화의 조건 등의 내용으로 구성되어 있다.

생물 영역에서는 우리 몸의 속 구조와 기관의 명칭, 기관의 기능, 꽃식물과 민꽃식물의 특성, 속씨식물의 특성, 쌍떡잎식물과 외떡잎식물의 특성, 여러 가지 동물의 생김새와 구조의 차이점, 척추동물과 무척추 동물의 특징, 생물적 환경과 비 생물적 환경, 생산자와 소비자 사이의 관계, 생태계 평형, 환경오염의 피해와 자연 보존 방법 등의 내용으로 구성되어 있다.

지구과학 영역에서는 태양의 고도에 따른 에너지 차이 및 기온 차이, 지구의 운동과 계절의 변화와의 관계, 일기예보, 변성암, 화성암, 퇴적암, 지층의 휘어짐과 끊어짐, 지진 발생 과정 등의 내용을 포함하고 있다.

(5) 1

과학 교사는 중학교 1학년 과학 교과와 내용 구성을 이해해야 한다.

물리 영역에서는 빛, 힘, 파동에 대해 다룬다. 빛에서는 빛의 반사와 굴절 현상, 프리즘과 분광기를 이용한 빛의 분산과 조명장치를 이용한 빛의 합성을 다루고, 힘에서는 탄성력, 마찰력, 자기력, 전기력, 중력 등의 개념과 힘의 크기 측정, 힘의 크기와 방향의 표시, 힘의 합력을 다루며, 파동에서는 파동의 성질, 소리의 높낮이와 세기, 물결과, 파동의 전달 과정 등에 대한 내용을 포함한다.

화학 영역에서는 기화, 액화, 응고, 용해, 승화와 같은 물체의 상태변화와 물질이 분자로 구성되어 있다는 것, 물질의 상태를 분자 운동으로 표현하는 것, 물질의 상태가 변할 때 열에너지의 출입이 있다는 것 등의 내용을 포함한다.

생물 영역에서는 현미경을 사용하여 동물과 식물의 세포 관찰, 세포의 구조에 있어서의 공통점과 차이점, 조직, 기관 등 체계화된 개체 구성, 영양소의 종류와 작용, 영양소의 소화 흡수, 혈구의 관찰, 혈액의 조성 과 기능, 심장의 구조 관찰

과 혈액의 흐름, 호흡기의 구조와 기능, 폐 조직 세포에서의 기체 교환과 에너지 제공, 배설기 구조 관찰 및 물질 대사 결과인 노폐물의 배출 과정 등의 내용을 포함하고 있다.

지구과학 영역에서는 대류권, 성층권, 중간권, 열권의 변화와 특징, 지진파의 속도 분포 곡선을 이용한 지구 내부의 층상 구조 추리, 지각을 구성하는 8대 원소와 조암 광물, 화성암, 퇴적암, 변성암의 특징별 분류, 풍화 작용과 토양 생성 과정, 침식, 운반, 퇴적과 유수 지하수, 바람, 빙하, 해수의 적용에 의해 생긴 지형의 특성 등의 내용을 포함하고 있다.

(6) 2

과학 교사는 중학교 2학년 과학 교과서의 내용 구성을 이해해야 한다.

물리 영역에서는 속력이 변하지 않는 운동, 속력이 변하는 운동, 방향이 변하는 운동 등 여러 가지 운동의 시간과 위치 변화, 관성 현상, 마찰 전기의 성질, 검전기 이용한 정전기 유도 현상, 전류의 방향과 전자의 이동 방향, 전류의 세기 측정, 전류 흐를 때 전하 보존, 전압과 전류의 관계, 저항의 직렬연결과 병렬연결 등의 내용을 포함한다.

화학 영역에서는 끓는점, 녹는점, 밀도, 용해도 등 물질의 특성, 혼합물과 순물질의 차이, 물질의 특성을 이용한 혼합물의 분리 등의 내용을 포함하고 있다.

생물 영역에서는 뿌리의 구조와 물 및 양분의 흡수 과정, 식물의 생장에 필요한 주요 원소, 줄기의 단면 관찰, 쌍떡잎식물과 외떡잎식물의 차이점 비교, 줄기의 구조와 기능, 잎의 단면, 증산 작용과 광합성 및 호흡, 꽃의 구조와 기능, 꽃가루와 밀씨의 수정으로 씨 형성, 다양한 식물의 열매 속 구조 관찰, 감각 기관의 구조와 자극에 대한 반응, 뉴런 및 신경계의 구조와 기능, 자극에 대한 반응 경로, 신경계와 관련된 약물의 오남용 사례, 인체에 미치는 영향, 주요 호르몬의 기능과 과잉 및 결핍에 따른 질병 호르몬에 따른 신체의 변화 등의 내용을 포함하고 있다.

지구과학 영역에서는 지구가 둥글다는 것, 지구의 크기 측정, 태양과 행성의 관측, 태양계 탐사 자료를 통한 태양과 행성의 특징, 별의 관측과 별의 밝기 등급의 관계, 성단과 성운, 성간 물질, 은하의 특징, 지구의 역사와 지각 변동, 퇴적물의 모양과 화석, 화석이 만들어지는 과정, 표준화석과 시상화석, 지질 연대

포를 이용한 과거 환경 추리, 상대 연령과 절대 연령, 부정합 형성 과정, 습곡, 단층 부정합의 구조와 지각 변동, 조륙운동, 습곡 산맥의 구조, 조산운동, 판구조와 대륙 이동 등의 내용을 포함하고 있다.

(7) 3

과학 교사는 중학교 3학년 과학 교과와 내용 구성을 이해해야 한다.

물리 영역에서는 일과 에너지, 전류의 작용을 다루는데, 일과 에너지에서는 일의 정의, 일의 원리, 일률, 일과 역학적 에너지와의 관계, 중력장에서의 물체 운동, 위치에너지와 운동에너지, 에너지 보존 등을 포함시킨다. 전류의 작용에서는 전압과 전류의 관계, 발생 열량의 측정, 전기 에너지와 열에너지의 전환, 전류가 흐르는 도선 주위의 자기장 형성, 자기장 속 전류가 흐르는 도선에 받는 힘 등의 내용이 포함되어 있다.

화학영역에서는 물질의 구성과 물질변화에서의 규칙성을 다루는데, 물질의 구성에서는 일정성분비의 법칙, 질량보존의 법칙, 기체 반응의 법칙, 물질의 입자 개념, 다양한 종류의 원소 및 원소 기호, 간단한 분자의 화학식, 화합물의 공간 배열 등의 내용을 포함하고 있다.

생물 영역에서는 생식과 발생, 유전과 진화를 다루는데, 생식과 발생에서는 세포 분열을 통한 성장과 번식, 염색체의 행동 변화, 체세포 분열과 생식세포 분열의 특징, 여러 가지 생물의 생식 방법, 무성 생식과 유성 생식, 사람의 생식 기관 구조와 기능, 속씨식물과 척추동물의 수정 및 발생 과정, 사람의 임신과 출산 과정 등의 내용이 포함되어 있다. 유전과 진화에서는 멘델의 유전법칙, 유전의 기본 원리, 중간 유전 현상, 멘델 법칙의 제한점, 유전 연구 방법과 유전 현상, 진화의 증거 등의 내용을 포함하고 있다.

지구과학영역에서는 물의 순환과 날씨 변화, 태양계의 운동을 다루는데, 물의 순환과 날씨 변화에서는 증발과 응결 현상, 이슬점, 포화수증기량, 상대습도, 대기 중 수증기 응결로 인한 구름 생성, 구름의 모양, 구름에서 형성되는 비와 눈, 기압 분포와 바람, 고기압, 저기압, 기단, 전선에 나타나는 기상 현상, 날씨의 변화, 일기도의 기호, 일기도를 통한 예측 등의 내용을 포함하고 있다. 태양계의 운동에서는 천체의 일주 운동, 지구의 자전, 황도와 태양의 연주 운동, 지구의 공전, 달의 위상 변화, 달의 운동, 일식과 월식이 생기는 원리, 각 행성의 공전

주기와 궤도 크기, 행성 공전 궤도의 상대적 크기 등의 내용을 포함하고 있다.

(8) 1

과학 교사는 고등학교 1학년 과학 교과서의 내용 구성을 이해해야 한다.

탐구, 에너지, 물질, 생명, 지구, 환경의 6 가지 영역으로 나누어지는데, 탐구 영역에서는 과학자가 하는 일, 과학에서의 탐구, 과학이 인간의 생활에 미치는 영향 등의 내용을 다룬다. 에너지 영역에서는 힘과 에너지, 전기에너지, 파동에너지, 에너지의 전환 등의 내용을 다룬다.

물질 영역에서는 전해질과 이온, 산과 염기의 반응, 중화반응에 따른 색변화와 온도 변화, 금속의 부식, 불꽃 반응과 같은 빠른 산화, 온도, 농도 등 요인에 따른 반응 속도의 변화 등의 내용이 포함되어 있다.

생명 영역에서는 물질 대사와 관련 있는 효소의 작용과 에너지의 흐름, 광합성과 생명의 호흡, 자극을 수용하는 방식에 그에 따른 반응, 체 내외 환경의 변화에 대한 신경과 호르몬의 조절 작용, 사람의 생식 기관의 구조와 생식 세포 형성, 여성의 생식 주기와 발생 과정, 모체가 태아에 미치는 영향 등의 내용으로 구성되어 있다.

지구 영역에서는 지진대와 화산대의 분포, 판의 이동에 의한 여러 가지 지질 현상, 일기와 기후의 변화, 해수의 특징, 우리나라 주변의 해류, 태양계 구성원의 특징, 태양의 구조와 특징, 별의 일반적 특징, 은하의 형태와 은하의 구성원, 외부 은하 분류 및 외부 은하의 공간적 분포 등의 내용을 포함하고 있다.

환경 영역에서는 생물 농축, 산성비, 온실효과, 소음 등과 같은 환경 문제의 발생 원인과 해결 방안 등의 내용을 포함하고 있다.

학생의 학습 촉진을 위해 과학교사는 교육활동을 효과적·능률적으로 수행하는 데 필요한 지식을 갖추어야 한다. 과학교사는 학생 개개인의 독특한 개성, 적성, 능력, 흥미, 관심, 진로 등을 고려해 학습의 성공적 성취를 보장할 수 있는 기회를 제공하고, 타고난 소질과 수월성을 최대한으로 신장·발휘하도록 해주어

야 한다. 이를 위해 교사는 교수-학습과 관련된 지식을 적절히 활용하여 학습의 효과를 극대화할 수 있는 능력을 갖추어야 한다.

과학의 교수-학습 방법과 전략은 학생의 일반적인 특성과 요구, 그 목표와 내용 등에 따라 다른 효과를 낸다. 또한 동일한 내용이나 주제일지라도 교수 자료의 적절성은 학생과 그 목표에 따라 결정된다. 그러므로 과학교사는 특별히 학생과 학습 상황 확인, 교육목표 성취에 적합한 교수 전략, 교육목표 성취에 적합한 교수 자료와 같은 영역에 관한 지식을 충분히 가지고 있어야 학생들의 과학 학습을 효과적으로 그리고 능률적으로 촉진시킬 수 있다.

1) 학생과 학습 상황 확인

학생의 특성은 신체적·인지적 발달 단계, 개인적·사회-문화적 성숙, 배경 지식, 능력, 기능, 동기, 흥미, 가치관 등에 따라 다양한 형태와 수준으로 나타난다. 교사는 학생의 학습에 도움을 줄 수 있는 평가를 하기 위해, 이러한 학생의 특성을 잘 파악할 수 있어야 한다. 교사는 학생의 일반적 특성, 출발점 능력, 학습 양식 등을 분석하여 적절한 평가 계획을 수립하는 데에 필요한 지식을 갖추어야 한다.

(1)

과학 교사는 인지적, 신체적, 정신적 측면에서 학생의 개인차가 있음을 알아야 한다.

학생들은 여러 가지 면에서 독특성과 다양성을 지닌다. 그들은 무엇보다도 신체적 발달 수준과 정신적 성장 속도가 다르고, 그에 따라 인지적 발달 속도와 그 수준에 차이가 난다. 어떤 학생은 신체적으로나 정신적으로 장애를 가지고 있으며, 어떤 학생은 뛰어난 재능을 가지고 있다. 그러나 이들에게는 모두 과학을 학습할 동일한 기회가 주어져야 한다.

과학지식은 대부분 인지적 수준에 따라 다르게 인식·해석·이해된다. 이를테면 평형 개념을 저학년 학생들은 구체적인 사물과 현상을 통해서 지각하지만, 고학년 학생들은 영상적·상징적 기호나 가설적 상황을 통해서도 이해할 수 있다. 학생들이 적용할 수 있는 과학적 탐구 과정도 인지적·신체적·정신적 발달

수준에 따라 다르다. 저학년 학생들은 간단한 관찰과 측정, 기껏해야 분류 과정을 수행할 수 있지만, 가설설정 및 그에 따른 실험설계 등 고차원적 과정은 고학년 학생들이나 수행할 수 있다. 더욱이 고차원적 문제의 해결이나 의사결정은 주제에 관한 가치관이 성립된 학생에게나 적용할 수 있다.

학생들은 문화적·사회적 배경도 천차만별하다. 그러므로 그들은 교수-학습 목표 및 내용과 관련된 사전경험이 다르고, 그 과정을 통해서 획득된 선행지식에도 큰 차이가 난다. 현대의 과학철학과 심리학에 따르면, 과학 교수-학습의 관건은 학생들의 선행지식에 달려 있다. 과학교육에서는 주요한 과학지식 즉 과학적 개념·법칙·이론 등에 관한 학생들의 선행지식을 거의 파악하였다고 말할 수 있다. 또한 내용에 따라서는 오인 또는 오개념으로 일컬어지기도 하는 선행지식을 확인하는 방법과 그것을 활용한 교수-학습 방법도 다양하게 개발되어 있다. 현재 과학지식의 오개념을 확인하는 데 임상적 면담법과 다단계 질문지법이 적용되고 있으며, 그것을 과학적 개념으로 바꾸어주기 위한 교수-학습 모형으로 개념의 발달모형과 교환모형이 개발·적용되고 있다. 과학교사는 아직 밝혀지지 않은 주제에 대한 오개념을 확인하고, 그것을 바탕으로 그리고 그것을 과학적 지식 또는 과학자의 지식으로 바꾸어 주도록 수업을 진행해야 한다.

과학에 대한 관심과 흥미도 학생의 문화적·사회적 배경과 아울러 그의 사전 경험과 사전지식에 따라 다르다. 일반적으로 학생들은 잘 알고 잘 할 수 있는 것에 더 많은 관심을 가지고 흥미도 느낀다. 또한 학생들은 관심과 흥미를 가지고 있는 것을 더 적극적으로 학습한다.

특히 과학에는 성적인 차이가 있을 수도 있다. 많은 분야에는 남녀 학생의 차이를 찾아보기 어렵다. 그러나 일부 분야에서는 여학생이 남학생보다, 또는 남학이 여학생보다 우수한 재능을 나타낸다. 그런 경우에는 교수-학습의 목표와 방법 그리고 그 내용이 달라야 한다.

학생들의 차이는 신체적·정신적 장애, 종교적 신조, 특별한 재능 등에 의해서도 나타날 수 있다. 그러나 특히 신체적·정신적 장애 때문에 과학교육의 기회가 박탈되거나 그로부터 소외시켜서는 안 되며, 종교적인 신념이 다르다고 해서 다른 교수-학습 방법과 내용이 적용되어서도 안 된다. 또한 재능이 뛰어나 학생들도 교육기회의 동일성을 틀을 벗어나지 않는 범위 안에서 배려되어야 한다. 과학교사는 그들의 특성, 재능의 종류와 발현되는 상황, 재능의 확인·선발·교수-학습·평가 등에 관한 지식도 가지고 있어야 한다.

이와 같이 학생들은 여러 가지 면에서 다양한 특성을 나타내지만, 모두 과학을 공부할 권리가 있다. 이들은 자연을 이해하는 방법으로서의 과학과 일상적인

생활의 도구로서의 과학뿐만 아니라 과학자나 전문 직업인의 소양을 위한 과학도 공부할 수 있는 기회가 동등하게 주어져야 한다. 이는 국가의 경제를 위해서도, 그리고 사회적 정의의 실현을 위해서도 필요하다.

(2)

과학 교사는 학생의 과학에 대한 적성의 의미와 특성, 그것을 확인하거나 판별할 수 있는 방법, 그리고 적성을 발현시킬 수 있는 방법과 자료 등을 잘 파악하여 타당하게 과학 분야로 진로 지도를 할 수 있어야 한다.

학생들의 적성도 학생에 따라 다르며, 그 종류 또한 매우 다양하다. 교사는 학생들의 적성에 맞추어 진로 지도를 해주어야 할 필요가 있다. 당연히 교사는 학생들 적성의 의미와 특성, 그것을 확인하거나 판별할 수 있는 방법, 그리고 적성을 발현시킬 수 있는 방법과 자료 등을 잘 알고 있어야 타당하고 적절하게 진로 지도를 할 수 있다. 그런 진로지도를 하려는 과학교사는 특별히 과학적 연구 및 과학기술의 개발과 관련된 학생들의 적성에 관해서도 충분한 지식을 가지고 있어야 한다.

과학교사는 과학 및 과학기술과 관련된 학문적 분야, 학과, 직업 등에도 풍부한 자료와 식견을 가지고 있어야 한다. 그는 과학과 관련된 고등학교의 특성과 역할, 이공계 분야 및 학과(부)의 특성과 하는 일 등을 잘 알고 있어야 한다. 그는 이외에 관련 고등학교나 대학교를 졸업한 다음 선택할 수 있는 과학 및 과학기술과 관련된 직장과 직업에도 많은 관심과 지식을 가지고 있어야 한다. 과학교사는 특별히 과학자와 과학기술자 그리고 그가 하는 일에 관해서도 잘 알고 있어야 한다.

(3)

과학 교사는 가능한 한 많은 학생이 과학 수업에 자발적으로 참여할 수 있는 분위기를 조성할 수 있어야 한다.

현대의 과학철학과 심리학에 따르면, 협동학습과 토론수업이 이상적이다. 즉

경쟁보다는 협동에 의한 수업이 과학의 본질에 더 부합된다. 그러나 대부분의 현직 과학교사들에게는 그런 교수-학습 방법에 익숙해 있지 않다. 그런 방법에 관한 지식과 기술은 자기성찰과 현장 연수를 통해서 길러져야 한다.

모둠에 의한 토론 수업이나 실험중심의 수업을 할 때에는 학생들의 관리와 통솔이 특별히 필요하다. 토론 수업에 적극적으로 참여하지 않는 학생이 있으며, 역할놀이에도 소극적인 학생들이 많다. 과학교사는 가능한 한 많은 학생이 수업에 자발적으로 참여할 수 있는 분위기를 조성할 수 있어야 한다.

과학교사는 비행학생조차도 과학 교수-학습에 참여시킬 수 있어야 한다. 과학교사에게는 학생들의 좋은 성격을 살려주면서도 소외되는 학생이 없도록 수업을 이끌어갈 수 있는 능력도 필요하다. 과학교사는 또한 학생의 성격을 파악하여 그에 적절한 방법으로 칭찬을 해주거나 벌을 줄 수도 있어야 한다.

(4) -

과학 교사는 과학 교수-학습이 학교 교실과 실험실 뿐 만 아니라 야외, 자연, 현장에서도 이루어지므로, 상황에 적합한 과학 교수-학습 전략을 선택하여 안전사고를 예방할 수 있는 가운데, 학습의 효율성을 최대화시킬 수 있어야 한다.

과학의 교수-학습 시설은 다른 과목의 교수-학습 시설과 크게 다르다. 과학 교수-학습은 교실과 학교의 실험실에서 뿐만 아니라 야외·자연·현장 등에서도 이루어진다. 주제에 따라서는 교실의 크기와 시설물에 따라서도 그 효과가 달라진다. 추상적인 개념일수록 시뮬레이션이나 동영상의 효과적이며, 그런 과학교실에는 그런 설비가 갖추어져 있어야 한다.

실험실은 과학교육에 고유한 시설이다. 그러나 실험실 실험중심의 교수-학습 효과는 설치된 시설과 마련된 기자재 및 재료 등에 따라 차이가 난다. 특히 생물학의 분류·생태학, 지구과학의 지질학 및 암석학 등에는 교실이나 실험실보다 야외의 자연이나 현장이 학습현장으로서 더 실용적이다. 과학교사는 교실·실험실·현장 등에 적절한 주제와 그 수업 방법에 익숙해질 필요가 있다.

과학 실험실은 안전사고가 일어날 수 있는 곳이다. 학생들의 안전사고가 일어나지 않도록, 또는 미리 예방할 수 있도록 설비를 갖추어야 하며, 만일 일어났을 경우 응급조치를 할 수 있는 약과 설비도 마련되어 있어야 하며, 과학교사는 그

런 지식을 충분히 가지고 있어야 한다. 안전사고를 미연에 방지할 수 있는 방도와 응급처치 방법은 야외실습이나 견학에서도 유념해야 한다.

과학 교수-학습의 효과는 시설과 설비 때문에 학교당 학급의 수에 따라 달라지겠지만, 학급당 학생의 수에 따라서도 크게 달라진다. 단편적인 과학지식의 전달에는 강의가 효과적이지만, 고차원적인 사고방식의 함양에는 토론수업이 필요하다. 가치관에 따라 다른 의미로 해석되는 과학기술의 응용은 역할놀이가 실용적이다. 이런 수업의 효과는 학생의 수에 달려있다.

2) 교육목표 성취에 적합한 과학 교수-학습 전략

일반적으로 교수 전략의 수립과 선택에는 동기유발, 방법, 학습 내용으로서의 정보 제시 전략, 연습, 피드백 등이 고려된다. 교수 전략은 학습에 관한 연구의 결과, 학습 과정에 관한 지식, 가르쳐야 할 내용, 학생의 특성 등을 기초로 결정한다. 교사가 학생을 평가할 때 특히 고려해야 할 것은 이 중에서도 학습증진전략이라 할 수 있다. 학습증진전략은 궁극적으로 학생의 학습 상황에 기여할 수 있다는 점에 의의가 있다.

(1) -

과학 교사는 심리학, 철학적 신조와 이론에 개조한 과학 교수-학습 이론과 모형을 이해하여 그것이 과학 교육에 던져주는 시사점을 인식해야 한다.

과학의 교수-학습 이론은 심리학과 심리철학에, 심리학 및 심리철학은 과학철학에 그 이론적 배경을 두고 있다. 과학의 교수-학습 이론과 그 모형을 제대로 이해하기 위해서는 관련 심리학·심리철학·과학철학의 신조와 이론 및 그것들이 과학교육에 던져주는 시사점에 관한 지식도 충분히 가지고 있어야 한다. 오늘날 과학의 교수-학습 및 수업의 방법과 절차에 영향을 미치고 있는 심리학 이론 및 심리철학은 인지론·발달심리학·구성주의(구성주의는 과학철학이기도 하다) 등이며(Driver & Oldham, 1986), 이런 심리학 이론과 심리철학의 이론적 배경은 현대의 과학철학 즉 후실증주의이다(조희형, 2003).

동일한 주제에 관한 교수-학습일지라도 그에 적절한 방법은 학습과 교수 및 수업에 관한 관점에 따라 결정된다. 현재 과학의 학습에 대한 관점은 행동주

의·발달심리학·인지론의 세 가지 신조로 나뉜다. 각 이론은 상이한 학습이론을 제시하며, 학습을 서로 다른 의미로 정의한다. 행동주의는 학습을 행동의 변화로, 발달심리학은 인지적 성장과 발달을, 인지론은 인지구조의 변화로 정의한다. 이와 아울러 발달심리학과 인지론에서 생겨난 구성주의 심리학에서는 학습을 의미의 구성으로 정의한다. 한편 이론은 모형으로 그 실체를 표현한다. 그러므로 동일한 학습이론일지라도 다양한 학습모형이 제시될 수 있다. 실제로 과학교육학과 과학 교수-학습 현장에서는 동일한 이론을 다양한 모형으로 개발하여 적용하고 있다.

행동주의에서는 도입-전개-결론으로 이루어진 전통적 논리 전개 양식과 비슷한 교수-학습 모형을 제시한다. 이와 달리, 발달심리학에서는 순환학습 모형을 제시한다. 순환학습 모형은 단계의 수에 따라 3단계, 4단계, 5단계 모형으로 나뉘며, 각 모형의 효과는 내용에 따라 다르다. 한편 현대의 과학철학에서는 과학지식이 발달하는 모형을 누가적 모형, 진화적 모형, 격변적 모형으로 나누어 제시하며, 구성주의 학습이론에서는 이와 대응되는 교수-학습 모형으로 개념형성·개념분화·개념교환 모형을 제시한다. 각 모형의 적절성과 효과는 활용되는 주제나 내용에 의해 결정된다.

(2) -

과학 교사는 과학 학습 목표와 학습 내용에 따라 강의법 이외에 질문, 실험, 시범실험, 토론, 역할놀이, 야외실습, 협동학습, 탐구법 등 다양한 과학 교수-학습 방법 중 적절한 전략을 선정할 수 있는 기술을 습득해야 한다.

교수-학습 전략을 가르치는 원리·방법·절차 등으로 정의할 경우, 과학 교수-학습 전략은 다양하게 제시되어 있다. 지금까지 과학 교수-학습 전략으로 전통적 강의법 이외에 질문법·실험법·시범실험법·토론법·역할놀이·야외실습·협동학습·탐구법 등이 개발·적용되고 있다. 각 전략은 교수-학습의 목적과 그 내용에 따라 다른 효과를 낸다. 과학교사들은 각 전략의 방법과 절차뿐만 아니라 내용에 적절한 전략을 선정할 수 있는 기술도 습득하고 있어야 한다.

교수-학습 전략은 학습이론과 과학지식 및 과학적 탐구에 관한 관점에 그 이론적 배경이 있다. 과학 및 과학지식의 상대적 특성을 강조하는 현대의 과학철학에 따르면 과학의 교수-학습에는 토론법·역할놀이·협동학습이 효과적이며,

검증을 통한 지식의 형성을 강조하는 실증주의에서는 이상적인 과학의 교수-학습 방법으로 탐구법과 실험법을 암시해준다. 한편 전통적 경험주의에 따르면, 과학과 관련된 정보와 지식의 전달에는 강의법이 가장 효과적이다.

(3) -

과학 교사는 중·장기적으로 각각 교과, 단원, 일일 학습 내용에 따라 과학 교수-학습 계획을 수립하고 계획서를 양식에 맞추어 과학교육계획서를 작성할 수 있어야 한다.

과학 교수-학습 계획은 교과, 단원, 일일 교수-학습 내용의 세 가지 수준에서 수립되며, 각각 장·중·단기 계획으로 불린다. 장·중·단기 계획은 각각 교과 계획, 단원 계획, 교수-학습 과정안으로 불리기도 한다. 한편 교과 계획은 교과 프로그램 또는 교수요목으로 일컬어지기도 한다. 교과 계획은 학교 과학부의 철학, 도·시의 교육청의 방침, 교과서, 국가 교육과정 등을 바탕으로, 그리고 강의요목(syllabus) 또는 교수요목(course of study)의 형태로 작성한다(Trowbridge, Bybee, & Powell, 2004).

특히 과학의 교수-학습에는 단원별 계획이 필수적이다. 단원 계획은 교수단원 계획과 자료단원 계획으로 나뉜다. 교수단원 계획은 과학 교육과정이나 과학 교과서에 제시된 단원명을 주제로 삼아 작성하며, 자료단원 계획에서는 과학의 교수-학습에 필요한 기자재 및 재료는 단원별 계획에서 구체적으로 명시한다. 필요한 자료는 교수-학습의 일정과 방법에 맞추어 선정·조직하면 구입하거나 할용하기 쉽다.

단기 계획은 교수-학습 과정안, 수업지도안 등으로 불리며, 우리 나라에서는 대개 1시간의 수업분량을 단위로 구성한다. 교수-학습 과정안은 학급마다 일관성이 있고, 체계적인 교수-학습을 위해 필요하며, 특히 신입 교사는 반드시 작성해야 한다. 교수-학습 과정안의 체제와 그 내용은 과학교사의 경력에 따라 다를 수 있지만, 다른 교사도 무리가 없이 적용할 수 있게 구체적으로 작성하는 것이 바람직하다.

각종 계획은 강조해야 할 내용에 따라 일정한 양식에 맞추어 작성한다. 장기 계획에서는 각 교과서에 명시된 단원과 장의 이름을 쓰며, 단원 및 장에 배당된 시간을 표기한다. 한편 중기 계획에는 단원과 절(소단원)의 이름과 차시를 명기

하며, 단원의 특성과 목표를 기술하고, 단원별로 소요되는 기자재와 재료를 나열하며, 주문할 날짜도 기록한다. 교수-학습 과정안에서는 수업의 목표, 주요한 내용 및 탐구 과정, 수업의 절차와 단계별 시간, 정리 내용, 형성 평가 문제, 학습 도구 및 자료 등을 요소로 작성한다.

3) 과학 교육목표 성취에 적합한 교수 자료

교수 자료는 학습 목표, 학습 집단의 특성, 교수-학습 상황, 평가 상황 등을 고려하여 개발해야 한다. 교사는 수행 목표의 진술, 규칙이나 원리, 예시, 연습 활동, 평가, 그에 따른 피드백 등을 포함하여 학습자 특성에 적합한 교수 자료를 개발해야 한다. 또한 이때에 전달 매체는 수행 목표와 학습 내용을 가장 효과적이고 효율적으로 성취시킬 수 있도록 개발해야 한다.

(1) -

과학 교사는 과학 교수-학습 목표를 과학적 소양, 과학지식, 과학적 탐구력 등과 같이 과학과 관련된 용어로 진술하여 평가의 지침으로 삼을 수 있어야 한다.

과학교육을 통해 달성하려는 대상과 수준은 이념·목적·목표로 나타낸다. 이념·목적·목표는 논리적·기능적 관계를 맺고 있다. 이념은 과학교육 목적의 설정 근거가 되며, 목적은 과학 교수-학습 목표의 설정 근거가 된다. 즉 이념은 일반교육의 방향을, 과학교육 목적은 과학교육의 방향을, 그리고 과학 교수-학습 목표는 과학 과목의 단원·장·교수-학습 과정안의 지침이 된다. 한편 이념은 목적의 달성을 통하여, 그리고 목적은 목표를 달성하여 성취된다.

이념·목적·목표는 그 진술하는 방식에 있어서도 다르다. 이념은 홍익인간 또는 추구하는 인간상 등과 같이 교과나 과목에 관계없이 일반적인 용어로 진술되며, 과학교육 목적은 과학적 소양, 과학지식, 과학적 탐구력 등과 같이 과학이

라는 교과와 관련된 용어로 진술된다. 한편 과학 교수-학습 목표는 과학 교육과정이나 교과서의 단원·장·교수-학습 과정안의 구체적인 내용을 중심으로 진술된다. 또한 이념과 목적은 명사형이나 개조식으로 나열해도 되지만, 목표는 반드시 행동 동사로 진술된다. 더욱 교수-학습 과정안의 목표는 평가할 수 있는 구체적인 용어로 진술된다.

이념은 흔히 국가에서 설정한다. 그러나 목적과 목표는 국가·사회적인 요구, 학생들에 의한 필요성, 학문적 분야 등에서 설정한다. 철학과 심리학적 관점은 그렇게 설정된 목표를 학년별로 배정하는 준거가 된다.

과학 교수-학습 목표는 평가의 지침이 되기도 한다. 그러므로 국가 수준에서 수행되는 평가의 틀은 교수-학습 목표를 중심으로 구성한다. 그러나 교수-학습 목표와 평가 목표는 다르다. 과학에는 교수-학습은 가능하지만 평가하기에는 어려운 내용, 특히 탐구 과정이 많다. 실험도구를 다루는 탐구 기술은 교수-학습은 쉽지만, 국가적인 차원의 평가는 쉽지 않다. 그러므로 평가의 목표는 대개 교수-학습 목표와 독립적으로 진술된다.

(2) -

과학 교사는 과학 지식 및 과학적 탐구 과정의 특성과 학생들의 인지적, 신체적 발달 수준에 맞추어 과학 교수-학습 내용을 선정·조직해야 한다.

과학 교수-학습 내용의 골격이 되는 주제와 과학적 탐구 과정 및 기능은 국가·사회적인 수준에서 결정한다. 특히 우리나라에서는 그 내용을 이른바 국가 교육과정의 내용으로 제시한다. 국가나 사회에서 선정하는 주제는 철학적·심리학적 근거에 바탕을 두어 학년별로 조직한다. 즉 과학의 교수-학습 내용은 과학 지식 및 과학적 탐구 과정의 특성과 학생들의 인지적·신체적 발달 수준에 맞추어 선정·조직한다.

저학년의 과학 교수-학습 내용은 구체적인 사물이나 가시적인 현상을, 고학년용 과학 내용은 상징적인 공식이나 부호 또는 추상적인 이론을 소재로 하여 표현한다. 또한 저학년의 과학 교수-학습 내용은 일상생활과 사회에서 선정한 주제와 소재로, 고학년의 내용은 학문적 상황과 분야에서 선정한 것으로 구성한다. 또한 저학년 내용은 통합적인 것을, 고학년 내용은 전문적인 것을 중심으로 선정·조직한다.

(3) -

과학 교사는 과학 학습 목표를 달성하기 위해 선정·조직 내용에 대한 학습 효율을 최대화시키기 위해 각종 인쇄물과 참고자료를 활용하여야 하며, 적절한 컴퓨터 가상실험실 및 시뮬레이션 등도 이용할 수 있어야 한다.

과학의 교수-학습에는 특히 다양한 매체가 활용된다. 교수-학습 내용은 교과서·보고서·참고서 등 인쇄물을 활용하거나 컴퓨터나 각종 시청각 기자재를 활용할 수도 있다. 추상적인 과학적 이론이나 원리의 교수-학습에는 컴퓨터를 활용한 시뮬레이션이 효과적이며, 그에 관한 전문적 지식이 필요하다. 이미지나 동영상도 과학의 교수-학습에 필수적인데, 그런 자료도 프로그램을 통해서 개발된다.

오늘날의 과학 교수-학습에는 인터넷도 실질적이고 실용적인 교수-학습 매체이다. 인터넷을 활용하면, 과학 교과서나 교수-학습 내용과 관련된 정보를 단시간에, 다량을, 그리고 쉽게 찾을 수 있다. 또한 인터넷을 활용하면, 원격교육과 가상교육도 실시할 수 있다. 특히 원격교육은 과학 교수-학습을 지리적·공간적 거리에 관계없이, 가상교육은 시간적 제약이 없이 실시할 수 있는 장점이 있다.

가

과학교사가 과학교육 평가 전문성을 가지기 위해서는 다양한 배경 지식을 필요로 한다. 그것은 과학교육과정, 과학교수학습, 과학교과내용 등에 관한 지식이다. 그러나, 과학교사가 앞서 제시한 여러 영역의 지식을 가지고 있더라도, 학생을 효과적으로 평가하고 그 평가 결과를 효율적으로 사용하기 위해서는 과학교육평가에 대한 지식이 필요하다. 여기에서는 과학교사의 과학교육 평가의 전문성 신장을 위해 요구되어 지는 과학교육평가에 관련된 7개의 하위 영역인 과학교육평가 및 유사 개념, 과학교육평가의 유형, 과학교육평가의 방법, 과학교육평가 도구 개발 방법, 과학교육평가 시행시의 유의점, 과학평가결과 분석 방법, 과학평가결과 활용 방법 등에 관한 기준 및 그 구체적 내용들을 제시할 것이다.

1) 과학교육평가 및 유사 개념

과학교사들은 학생을 평가하기 위해 과학교사는 과학교육평가의 정의를 이해, 과학교육평가의 목적과 기능을 이해, 과학교육평가의 영역을 이해해야 한다.

(1) 가

과학 교사는 학생을 평가하기 위해 기본적으로 과학교육평가의 정의를 이해해야 한다.

과학교육평가는 과학과 교육과정에서 의도한 교육 목표에 근거를 두고 교수-학습 목표가 도달된 정도를 측정하며, 과학교육과 관련된 의사결정에 필요한 자료를 수집하는 활동이자, 과학교육과 관련된 대상의 가치와 질을 판단하는 과정을 포함한다. Tyler (1964)는 “본질적으로 교육목표가 교육과정이나 수업 프로그램에 의하여 실제로 어느 정도나 성취되었는가를 결정하는 과정”이라고 정의하였으며, Cronbach (1964)는 “교육평가란 교육 프로그램에 대한 의사결정을 내리기 위하여 정보를 수집하고 이를 이용하는 과정”이라고 정의하였다. 일반적으로 과학교육평가는 과학교육 목표에서 도출된 준거나 기준에 따라 과학교육의 조건·투입·과정·성과 등에 대한 가치를 결정하는 행위로 정의할 수 있다.

과학교육평가 이론에서는 assessment와 evaluation이 모두 평가의 의미로 쓰인다. 우리나라에서는 assessment는 사정 또는 평가로, evaluation을 평가로 번역하여 사용하고 있다. 서로 혼용되어 사용되고 있는 assessment와 evaluation의 차이를 알아보면, 사정은 개인·집단·프로그램 등에 대한 정보를 수집하는 절차로, 평가는 대상·현상·사물 등의 가치나 질을 판단하는 과정으로 정의된다. Assessment는 자료를 수집하고 해석하는 등 몇 가지의 체계적 단계를 거치지만, evaluation에는 가치 판단이 이루어진다 (조희형, 2003). 두 용어가 많이 혼용되어 사용되어 지고, 정확하게 의미를 구분하기가 힘든 부분도 있지만, 분명한 차이점은 evaluation은 평가 자료의 의미를 해석하고, 의사결정하며, 그 가치를 확인하는 과정을 포함한다. 예를 들어, 과학과에서 사용하고 있는 평가방법인 지필평가나 수행평가의 평가는 assessment이다. 그러나, 교사 평가, 학생 평가, 교육과정 평가 등의 평가는 evaluation 이란 용어를 사용하고 있다. 학생을 잘

평가하기 위해서는 과학교사는 과학교육평가가 무엇인가를 이해하는 것이 중요하다.

(2) 가

과학 교사는 과학 교육평가의 목적과 기능을 이해해야 한다.

과학교육평가는 여러 가지 목적을 가지고 있다. 제일 중요한 목적은 과학교육 전반에 대한 정보를 제공하고, 이 정보를 바탕으로 가치판단을 하며, 과학교육과정의 개편이나, 학교 과학수업의 교수학습 증진 등이다. 과학교육평가가 이루어지는 상황과 평가의 유형이 다양하기 때문에 평가를 통해서 얻는 정보의 유형도 다양하며, 이 정보를 이용하여 이루어지는 가치판단도 매우 다양하게 된다. 과학 교사들에게 직접적으로 관련된 평가는 과학학습평가에 관련된 내용이다. 각급 학교에서 이루어지는 과학학습의 평가는 학습의 내용, 진도, 그 타당성 및 정당성 등에 관한 통찰력을 제공한다. 그러므로 과학교사들은 과학학습평가를 통해 얻은 정보는 교수-학습의 내용과 방법을 개선하고, 더 나아가 과학 교육과정의 개선에 활용될 수 있다. 과학교사들은 평가의 결과에 따라 교수-학습에 적용한 방법을 교정하며, 그 내용을 수정·보완한다. 그들은 또한 그 결과를 근거로 과학교육 목적의 정당성과 과학 교육과정 내용의 타당성을 비판할 수 있다. 과학교육의 평가는 교육 및 선발의 기준을 제시하며, 학습의 동기를 유발하고, 교수-학습을 안내하거나 그 경험을 제공하는 등의 기능도 한다.

정리해 보면, 과학학습평가는 과학교사들을 위해 학업 진전 상황과 과학 학습 결손의 파악 기능, 과학 교수-학습 방법의 개선 기능, 과학학습 평가 방법 및 도구의 개선 기능, 그리고, 진로지도와 선발의 기능 등의 주된 기능들을 가지고 있으며, 과학교사들 아래 열거되는 기능들을 이해하고 있는 것이 중요하다 (권재술 등, 1997).

(3) 가

과학 교사는 과학교육평가의 영역을 이해해야 한다.

과학교육평가의 영역은 무엇을 어떻게 평가할 것인가에 대해서는 보는 관점과

기준에 따라 매우 다양한 접근이 가능하다. 여기에서는 제7차 과학과 교육과정에 명시되어 있는 과학교육목표에 근거를 두어 평가영역을 구분하도록 한다. 교육과정을 보면 과학과 교육평가는 ‘과학과의 교육목표에 명시되어 있는 과학지식(과학의 기본 개념), 과학의 탐구 능력, 과학적인 태도 및 과학과 기술과 사회의 관계에 중점을 주어 평가’하여야 한다고 명시되어 있다. 과학교사는 과학과의 평가 영역이 크게 과학지식의 평가, 과학탐구능력의 평가, 과학태도의 평가의 세 영역으로 구분될 수 있다는 것을 알아야 하며, 각 영역의 세부 범주에 대한 내용도 이해하고 있어야 한다.

가) 과학지식의 평가와 범주

과학지식은 과학적 탐구 과정을 통해서 이루어진 광범위한 지적 과정을 통틀어 말한다. 인식론에 따라서는 개념·법칙·이론 등을 개념적 지식으로, 그리고 사실적 진술과 개념적 지식을 선언적(declarative) 지식으로 나누기도 한다. 권용주 등(2003)에 의하면, 과학지식은 과학에 관련된 선언적 지식과 절차적 지식으로 구분될 수 있다고 제시하였다. 또한, 선언적인 과학지식은 과학적 탐구의 결과 생성되는 사실, 법칙, 이론 등과 같은 지식(terminal knowledge)을 포함한다. 사실, 개념, 일반화, 원리, 이론, 법칙 등의 과학 지식 중에서도 중학교 과학과의 내용은 대부분이 사실, 개념, 일반화, 원리 중심으로 되어 있으며, 고등학교 과정에서는 이론과 법칙등도 포함한다.

절차적 지식은 어떤 것을 할 수 있는 방법에 관한 지식이다. 절차적 지식은 고도로 정교하고 복잡한 실험 도구를 다룰 때, 실험·조사·연구 등을 수행하는 과정, 문제를 해결하는 과정 등에 필요한 지식이다. 절차적 지식에는 탐구 전략, 과학적 추론, 실험 기구 조작 방법 등이 포함된다고 할 수 있다. 과학교육에서는 이외에 과학의 본성과 자연관에 관한 지식도 과학교육평가의 대상으로 중요시한다. 이러한 과학지식의 범주에 대해서 과학교사들이 좀더 체계적으로 이해한다면 학생들의 상태를 파악하고 효과적으로 평가하는 과학교사의 전문성 신장은 보다 수월해질 수 있다.

나) 과학탐구능력의 평가와 범주

과학 학습의 중요한 성과는 과학 탐구 능력의 성취와 향상으로 생각할 수 있다. 단순한 지식의 암기와 이해의 평가도 중요하지만, 과학적 탐구를 성공적으로 잘 수행할 수 있는지를 평가하는 것이 중요하다. 이러한 탐구 과제를 성공적으

로 수행하기 위해서는 여러 가지 다양한 능력이 필요하다. 과학교육 평가에서 고려할 탐구능력 영역의 범주들은 조사된 문헌들 마다 강조된 탐구과정의 기능들이 약간씩 틀리다. 여기에서는 크게 3가지 범주로 구분 될 수 있다. 첫 번째 범주는 탐구과정에서 필요한 기초적인 기능(관찰, 분류, 공간과 시간 관계 이용, 수의 사용, 의사소통, 측정, 추정, 예상, 추리, 조작)과 통합적이고 고차원적인 탐구과정 기능(문제인식, 가설 설정, 변인 동정 및 통제, 실험 설계, 실험수행, 자료의 변환, 자료 해석, 결론 도출, 의사결정, 일반화)을 포함한다. 두 번째 범주는 실험실습 기능으로 여기에는 실험기구를 설치, 조작 할 수 있는 기능들과 측정기의 사용 능력 등이 포함되어 있다. 끝으로, 탐구기능과 실험 실습기능을 바탕으로 복합적이고 종합적으로 과학 탐구 과제나 문제를 해결하고 가치 있고 새로운 지식을 생성할 수 있는 종합적 탐구력이 마지막 범주에 속한다.

다) 과학적 태도의 평가와 범주

과학적 태도의 평가는 인간의 의지와 정서에 관련된 것으로 과학적 추론, 과학적 업적, 그리고 과학과 기술의 발전으로 인한 사회 영향, 협동심, 반성적 사고, 호기심등을 포함한다. 과학교육평가 한 영역으로서 과학적 태도 평가의 범주는 학자들마다 다른 카테고리로 설명하고 있지만, 대부분 과학에 관한 태도와 관련된 항목들로 구성되어 있으며, 결론적으로 의미하는 바는 일치하고 있다. 예를 들어, 김효남 등(1998)에 의한 정의적 영역(과학적 태도 포함)의 평가 범주는 아래와 같다.

(가) 인식: 과학에 대한 인식, 과학교육에 대한 인식, 과학자와 과학 관련 직업에 대한 인식, 과학-기술-사회의 상호관련성에 대한 인식

(나) 흥미: 과학에 대한 흥미, 과학학습에 대한 흥미, 과학과 관련된 활동에 대한 흥미, 과학과 관련된 직업에 대한 흥미, 과학 불안

(다) 과학적 태도: 호기심, 개방성, 비판성, 협동성, 자진성, 끈기성

과학교육평가의 과학적 태도 영역에 대해서도 과학 교사들에게는 반드시 숙지되어야 과학교사 평가 전문성 신장 기준의 중요한 덕목이다.

2) 과학교육평가의 유형

과학 교사는 과학교육 평가의 유형에는 어떤 것들이 있는지에 대한지식을 갖추어야 한다.

과학교육평가의 유형은 평가준거를 기준으로 하여 준거지향평가와 기준지향평가로 구분할 수 있다. 기준지향평가는 평가의 기준을 교육의 과정을 통해서 달성하려고 하는 수업 목표, 또는 도착점 행동에 두는 목표 지향적 평가인 반면, 기준지향평가는 평가의 기준을 일정한 표준에 의해 삼기 때문에 표준 점수 척도에 의거한 평가이다. 그러므로 준거지향 평가에서는 개인의 점수를 미리 설정한 성취 수준에 비추어 해석하며, 기준지향평가에서는 개인의 점수를 기준집단의 점수와 비교하며 해석한다.

과학교육평가의 유형은 평가의 목적에 따라 진단평가, 형성평가, 총괄평가로 구분할 수 있다. 진단평가는 계획된 과학학습목표를 달성하기 위한 과학교수학습활동이 시작되기 전에 학생들이 그 학습과제의 준비의 정도나 개념에 대한 상태를 진단하는 것이다. 형성평가는 과학교수학습이 진행되는 과정에서 실시되는 평가이며, 총괄평가는 과학교수학습목표의 달성도를 알아보기 위한 총체적인 평가이다.

또한, 과학교육평가를 개념·과정·응용·태도, 창의성, 과학의 본성에 대한 평가 등으로 나누기도 한다. 여기서 개념에는 법칙·이론·원리 등이 포함된다. 한편 과학의 본성에는 과학의 의미, 과학적 연구 및 그 방법, 과학지식의 속성, 과학사 등이 포함된다. 끝으로, 과학평가는 그 방법과 수집되는 자료의 성질에 따라 양적 평가와 질적 평가로 분류된다.

3) 과학교육평가의 방법

과학교사는 학생의 성취 행동을 가장 적절하게 평가할 수 있는 방법을 결정하는 데에 필요한 전문적인 지식을 갖추어야 한다. 모든 학생들에게 자신의 능력을 최대한 발휘할 기회가 공정하게 주어질 수 있는 방법을 선정해야 하며, 경우에 따라서 두 가지 이상의 평가 방법을 사용할 수도 있다. 아울러, 과학교사는 과학교육목표에 명시되어 있는 과학과의 세 가지 평가 영역에 대한 구체적이고 적절한 평가 방법에 대하여 이해하고 있어야 한다.

(1) 가

과학 교사는 과학지식을 평가하기 위한 구체적인 방법에 대한 지식을 갖추어야 한다.

과학지식은 지필검사뿐만 아니라 관찰·면접·포트폴리오 등 다양한 방법으로 평가할 수 있다. 지필 검사는 진위형 배합형, 선다형의 선택형 문항과 완성형, 단답형, 논문형의 서술형 문항으로 이루어진다. 관찰을 통한 평가의 주안점은 객관적으로 진술하고 있는지, 추론하거나 지식을 기술하지는 않는지, 중요한 것을 진술하는지, 비교하여 차이를 말하는지 등에 있다. 관찰은 또한 절차적 지식의 평가에 특히 적절하다. 면접은 학생들이 이해하고 있는 것, 생각하고 있는 것 등을 구체적으로 확인할 수 있는 수단이다. 포트폴리오(portfolio)는 학생의 성장이나 그가 이룬 성과에 관한 정보와 자료를 모은 서류철(file), 서류함(folder), 디스켓, 상자 등을 말한다. 포트폴리오에는 과제를 수행하는 과정에서 이루어진 조사·실험·관찰 등의 일지, 그 과정에서 수집한 책·논문·보고서의 분석 결과, 면담 또는 각종 측정 도구 등도 포함된다. 이런 포트폴리오를 이용하면 관련된 지식을 종합적으로 평가할 수 있다.

(2) 가

과학 교사는 지필 평가와 수행평가를 통한 다양한 과학탐구능력의 평가 방법에 대한 지식을 갖추어야 한다.

학생들의 탐구능력평가는 지필평가와 수행평가의 두 가지의 대표적인 평가 방법을 통해서 이루어 질 수 있다. 과학교사는 두 가지 평가 방법에 대한 지식과 경험을 필요로 한다.

가) 지필평가

탐구중심수업에 따른 학생들의 과학 개념 이해 여부와 과학 성취도를 평가하기 위해서는 선택형 문항 혹은 서술형 문항 등으로 구성된 지필평가를 실시 할 수 있다. 지필평가는 탐구 수업 후의 결과적인 지식을 측정하는 것 이외에 탐구

활동 전과 과정 중에서도 과학교사의 재량에 따라 적절하게 이용할 수 있다. 시간이 많이 소요되지 않고, 많은 인원을 동시에 측정할 수 있으며, 분명한 답이 있어서 평가가 용이하다는 장점이 있는 반면, 탐구활동의 과정 중에 학생들의 탐구능력을 평가하는 데는 부적절한 면이 있다. 많은 연구 결과들은 지필평가 만으로는 실제 실험과 실습 상황에서 나타나는 과학 탐구능력을 정확하게 측정하지 못하고 있음을 지적하고 있다(국립교육평가원, 1996). 선택형 지필 평가는 객관적이고 과학적이며, 문항의 신뢰도와 타당도가 높으나 다음과 같은 비판을 받는다. 선택형 검사로는 학생들의 인지적 구조의 변화나 이해 수준에 대한 정확한 진단이 어려우며, 학습의 과정에 대한 평가를 하기가 어렵다. 이러한 검사는 학습의 과정을 이해하는 데 부적절할 뿐만 아니라, 피험자의 사전 학습 정도를 진단하거나, 교정 교육이나 보충 교육을 위해 선발하는 방식으로도 부적절하다. 그래서 지필평가에 대안적으로 실시되고 있는 과학탐구능력의 평가 방법이 수행평가이다.

나) 수행평가

수행 평가는 현대 구성주의 심리학에 그 기반을 두고 등장하였다. 구성주의에 따르면, 학습은 학습자가 학습하기 전부터 가지고 있는 인지 구조의 변화이며, 그 과정은 사회적 합의의 과정이다. 구성주의 학습관에서 평가는 교수·학습으로부터 분리된 것이 아니라 수업 과정 전체를 통해 이루어지는 것이며, 다양한 평가 방법이 요구된다. 즉 평가는 학생들이 스스로 의미 구성을 하고 본인이 구성한 것을 보여 줄 수 있어야 하며, 학생들 스스로 평가에 포함시킬 부분과 그 의미를 자율적으로 결정할 수 있어야 한다. 이러한 인지 학습 이론은 수행 평가의 필요성을 강조한다.

수행평가는 서술형, 논술형, 구술시험, 실시시험, 실험·실습, 면접, 관찰, 실험 보고서, 포트폴리오 등으로 구성되어 있으며, 지필검사를 제외한 넓은 범위의 평가이다. 수행평가에서는 객관식 평가에서 이용하는 정답과 정답표(answer key) 대신에 채점 기준(scoring criteria)을 활용한다. 채점 기준은 학생들을 평가할 때 이용할 준거를 확인하기 위한 도구로서 무엇이 평가되고 있는지에 대한 공적 표현이며, 수용해야 할 성취 기준이 된다. 채점 기준은 또한 수행 기준으로서 평가 대상의 수행을 이루는 기본적 요소와 질을 상대적으로 나타내며 여러 가지 형태의 수행 평가에서 점수나 척도를 이용해 학생들이 도달하기를 기대하는 수행의 수준을 나타낸다. 이와 같이 평가 문항을 채점할 때 쓰이는 상세하고 구체적인 기준은 채점 기준(scoring criteria), 채점 지침(scoring guideline), 루브릭

(rubric), 채점 루브릭(scoring rubric) 등 다양한 용어로 불린다.

채점 기준은 다양한 척도를 포함하고 있는데, 이에 따라 점수 체계, 평정 척도, 점검표로 구분할 수 있다(Ebenezer & Haggerty, 1999). 점수 체계(point system)는 수행 수준에 따라 점수를 부여하도록 고안된 채점 척도로서 현재 수행 평가에서 가장 일반적으로 사용된다. 최저 수행 수준에서 최고 수행 수준까지의 수행 수준을 3, 4, 5, 7, 점 등의 척도로 구분할 수 있는데, 점수 척도를 몇 개로 나누느냐 혹은 그 간격을 얼마로 하느냐 하는 것은 어떤 목적으로 그것을 사용하느냐에 따라 달라진다. 평정 척도(rating scale)는 숫자 대신에 수·우·미·양·가, 합격·불합격, 만족·불만족 등의 기술적 용어로 표현한다. 점검표(checklist)는 영역, 특성, 행동의 유/무를 평정할 수 있는 항목 표이다. 교사가 학습 과정을 평가하고자 할 때, 즉 무엇이 어떻게 학습되고 있는가를 알고자 할 때 점검표는 유용한 평정 척도가 된다. 앞에서 기술한 두 가지 채점 기준은 세 가지 척도 어느 것으로도 구성할 수 있다.

과학교사들은 학생들의 탐구능력을 효율적으로 평가하기 위해서 앞에서 설명된 지필평가와 수행평가방법에 대한 지식을 갖추어야 하며, 적합한 평가 방법을 선택할 수 있어야 한다.

(3) 가

과학 교사는 학생들의 과학에 대한 태도를 측정할 수 있는 다양한 태도평가 방법에 대한 지식을 갖추어야 한다.

과학적 태도의 평가는 한 가지 방법으로만 쉽게 측정할 수 없다. 눈으로 확인하기 어려운 과학적 태도의 측정방법은 다양한 방식으로 측정이 가능한데, 의미 분석법(semantic differential), 리커트 척도 (Likert scale), 서스톤 척도 (Thurstone scale), 강제선택 문항법(forced choice items), 선다형 문항(multiple-choice items), 주관식 평가문항(subjective test questions), 투사법(projective techniques), Q 분류법(Q-sort), 개별 토론과 면담(personal discussions and interviews), 체크리스트(checklists), 관찰법(observation), 보고서(students reports and term papers) 등이 있다.

이와 같이 과학에 대한 태도를 측정하기 위한 방법들은 다양하지만, 과학교사들이 다양한 평가 기법에 대한 지식과 선택 능력이 없으면, 사용할 수 없다. 과

학에 대한 태도 측정 방법은 과학교육 연구자들에게만 유용한 도구일 수 만은 없다. 과학 교사들은 교실에서 학생들의 과학에 대한 정의적 영역을 측정하여 학생들의 과학에 대한 흥미나 가치를 판단하여 과학 수업 활동에 피드백 시켜 줄 수 있는 능력을 배양할 필요가 있다.

교사가 학생을 평가함에 있어서 교과내용에 대한 지식은 평가의 내용을 제공해주는 중요한 요인이다. 따라서 교사가 교과에 대한 올바른 지식을 가지고 있어야 한다. 과학교과에서 교과 내용에 대한 지식은 과학이라는 학문의 성격과 구조, 과학교과의 구조, 과학의 핵심지식, 그리고 과학 내용의 선정과 조직 등 4개의 영역으로 나누어 볼 수 있다. 각 영역의 의미와 각 영역에서 교사들이 갖추어야 할 자질 준거를 제시하고자 한다.

1) 과학의 성격과 구조에 대한 기준

과학이라는 학문의 본질이 무엇이며, 어떤 특성을 가지고 있으며, 과학이라는 학문이 가지고 있는 구조를 이해해야 한다. 과학과 과학 아닌 것의 차이점을 이해하고, 과학이라는 학문에는 어떤 분야가 있으며 그 분야가 가지고 있는 특성에 대해서 이해를 해야 한다.

(1)

과학 교사는 과학이라는 학문이 가지고 있는 본질적 특성에 대한 지식을 갖추어야 한다.

과학교육의 중요한 목표 중의 하나가 과학이라는 학문의 성격을 파악하는 것이다. 과학은 인류가 발명한 가장 객관성 있고 신뢰도가 높은 학문이다. 과학이 가지고 있는 학문의 특성에 대해서 알아야 한다. 과학 지식은 매우 믿을 만 하지만 완전한 진리는 아니다. 과학은 자연 현상을 설명하기 위해서 인간이 만들어낸 하나의 설명체계이다. 그렇기 때문에 현재의 과학 이론은 확정적이지 아니라

잠정적으로 옳은 것이며 발전의 여지를 가지고 있다는 것을 인식할 필요가 있다.

과학지식의 본성을 이해하기 위해서 과학지식이 어떤 과정을 거쳐서 발달하는지 이해할 필요가 있다. 과학지식이 발달하는 과정에 대한 다양한 이론들이 가지고 있는 장점과 한계점을 이해하고, 이러한 과학발달 이론들이 가지고 있는 가정과 전제 조건을 이해하는 것은 과학 지식의 본성을 이해하는 데 매우 중요한 역할을 한다.

과학이 다른 학문과의 차이점이 무엇인지를 알아야 한다. 자연과학과 사회과학의 차이점, 과학과 미신의 다른 점, 과학과 종교가 추구하는 바가 어떻게 다르며 어떻게 서로 상호보완적인가를 인식할 필요가 있다.

자연과학이 가지고 있는 막강한 힘을 아는 것도 중요하지만 과학이 가지고 있는 위험성에 대한 올바른 인식을 할 필요가 있다. 과학 자체는 가치중립적이지만 과학이 인간 사회에 다양한 유형으로 지대한 영향을 미치기 때문에 과학이 우리 사회에 어떻게 영향을 미치고 있는지에 대한 올바른 인식을 해야 한다. 과학을 어떻게 사용하느냐에 따라 인류 복지에 이바지할 수도 있지만 인간을 파멸로 이끌어갈 위험한 도구가 되기도 한다는 점을 인식하고 과학을 인류의 번영을 위해서 바람직하게 사용해야 한다는 점을 인식할 필요가 있다.

과학에 대한 무조건적인 신뢰도 문제이지만 과학이 가지고 있는 능력을 제대로 알지 못하는 것도 문제이다. 과학의 본질을 잘 이해함으로써 과학이 가지고 있는 잠재력을 잘 활용해야 한다는 인식을 가져야 한다.

(2)

과학 교사는 과학이라는 학문이 성립된 역사적 배경과 과정에 대한 지식을 갖추어야 한다.

과학을 제대로 이해하기 위해서는 과학이라는 학문이 성립된 역사적인 과정을 이해해야 한다. 과학의 개념이나 이론은 그 최종 산물만을 의미하는 것은 아니다. 과학의 이론은 그 이론이 나타난 역사적인 배경을 알지 않고는 그 진정한 의미를 파악할 수 없는 것이다. 이러한 면에서 과학의 개념은 개인적이고 사회적인 면을 가지고 있다. 뉴턴의 운동 법칙에는 뉴턴이라는 한 인간의 정신이 들어 있으며, 그 당시의 사회적인 정신이 들어 있다고 보아야 한다. 과학 지식의

학습은 그 지식이 나타난 시대적 상황과 한 과학자가 그러한 창의적인 생각을 하게 된 동기와 그러한 생각을 하기까지 겪은 애환을 이해해야 그 지식을 진정으로 이해할 수 있다.

알에서 분화되어 하나의 생명체가 될 때 그 생명체의 과거 진화과정을 거치는 것과 마찬가지로 하나의 새로운 개념을 이해하기 위해서도 학습자가 그 지식이 탄생하기까지의 과정을 거치는 것이 바람직하다고 본다. 그 지식을 창안한 과학자가 가지고 있었던 고충에 학생들이 직면해 보아야 하고, 그 과학자가 이 고충을 해결하기 위해서 밟았던 과정을 거쳐볼 때 그 지식의 진정한 의미를 파악할 수 있는 것이다.

따라서 과학교사는 과학의 개념의 형성된 시대적 배경과 그 지식이 탄생하기까지의 과정, 그 지식의 탄생과 관련된 많은 에피소드를 알고 있어야 한다. 과학교사의 이러한 풍부한 배경지식은 다양한 과학수업 준비를 위한 좋은 소재를 제공해 줄 것이다.

교사가 과학지식이 탄생한 배경과 과학자의 고충을 이해한다면 자기가 가르치는 학생이 가지고 있는 생각의 문제점과 학생들이 왜 새로운 개념을 받아들이기 어려워하는지를 보다 쉽게 이해할 수 있게 될 것이다.

(3)

과학 교사는 과학의 학문적 구조를 이해해야 한다.

과학교사는 과학의 학문적 구조를 이해하고 있어야 한다. 과학은 크게 자연과학, 인문과학, 사회과학으로 나누어지며, 자연과학은 기초과학과 응용과학으로 나누어지며, 기초과학은 물리학, 화학, 생물학, 지구과학으로 나뉜다.

모든 과학이 가지고 있는 공통적인 특성과 함께 과학의 각 분야의 특성이 어떻게 다른가를 이해해야 한다. 과학의 분야와는 무관하게 모든 과학이 가지고 있는 본질적 동질성을 이해해야 한다. 모든 과학은 사실에 바탕을 해야 하며, 내적인 타당성이 있어야 하며, 검증 가능해야 한다. 이러한 공통적인 속성과 함께 각 분야가 가지고 있는 독특한 점과 차이점에 대해서도 이해를 하고 있어야 한다.

과학과 공학의 공통점과 차이점에 대해서 이해를 해야 한다. 과학이 추구하는 바와 공학이 추구하는 바가 어떻게 다른지 이해를 해야 하며, 과학과 공학이 어

떻게 서로 상호보완적일 수 있는가에 대해서 이해를 해야 하며, 상호보완하는 방법에 대해서도 알아야 한다.

기초과학의 4 분야는 교육과정과 밀접한 관계가 있기 때문에 물리학, 화학, 생물학, 지구과학의 특성과 그 차이점에 대해서 잘 이해해야 한다. 각 학문의 개념 체계와 연구 방법의 차이점에 대해서 이해를 해야 하며, 각 학문이 어떻게 서로 연관되어 있는가를 이해해야 한다.

(4)

과학 교사는 과학자들이 자연을 탐구하는 과정의 본질을 이해해야 한다.

과학의 탐구 방법을 이해하는 것은 과학의 지식을 이해하는 것 이상으로 중요한 일이다. 모든 과학지식은 이러한 탐구의 결과이다. 과학지식은 지속적으로 변하지만 탐구 방법의 본질은 변하지 않는다. 기술의 발달로 인하여 사용하는 기구가 변하기 때문에 구체적인 방법에 있어서는 변화가 많지만 탐구의 본질은 변하지 않는다. 따라서 이 탐구의 본질에 대한 이해를 하는 것은 매우 중요한 일이다.

그리고 과학자들이 탐구하는 방법은 다양하면서도 일관성 있는 절차가 있다. 탐구가 이루어지는 절차와 왜 그러한 절차를 거쳐야 하는가에 대한 올바른 이해를 하고 있어야 한다.

2) 과학교과의 성격과 구조에 대한 기준

과학교과의 성격과 구조에 대한 지식이 있어야 한다. 과학교과는 크게 물리, 화학, 생물, 지구과학이라는 핵심교과와 다양한 선택과목들로 구성되어 있다. 이들 각 과목의 특성에 대해서 이해하고 있어야 한다. 또한 과학교과에서 이루어지는 활동이 다른 교과의 그것과는 어떻게 다른지 이해하고 있어야 한다.

(1)

과학 교사는 과학교과가 가지고 있는 본질적 특성을 이해해야 한다.

과학교과는 교육과정 편제에서 중요한 위치를 차지하고 있다. 그것은 과학교

과가 인간의 발달과 사회생활에서 중요하다는 것을 의미한다. 따라서 과학교사는 과학이라는 교과가 가지고 있는 본질을 다른 교과의 특성에 비추어 어떤 특성이 있는가를 이해하고 있어야 한다. 과학교과가 가지고 있는 어떤 특성과 내용으로 인하여 장래 과학 분야로 진출하지 않을 사람도 과학을 배워야 하는지 이해하고 있어야 한다. 이를 위해서는 과학교과가 인간의 본질과 관련하여 인간의 사고 과정과 인간이 직면한 문제를 해결하는데 어떻게 기여하는가를 알아야 한다. 뿐만 아니라, 과학교과가 다루는 내용, 과학교과에서 제공하는 활동이 가지고 있는 독특한 특성에 대해서 이해하고 있어야 한다. 이러한 이해는 학생들을 가르치는 과정에서 교육목표에서 벗어나지 않게 하는 길잡이 역할을 하게 될 것이다.

(2) 가

과학교과가 성립된 역사적 배경과 과정에 대한 지식을 갖추어야 한다.

과학이라는 교과가 학교교육에 들어오게 된 역사적인 배경과 과정을 이해해야 한다. 우리나라에서 과학이 학교에서 시행된 배경과 과정을 이해해야 할 뿐만 아니라 외국(미국, 영국, 유럽 등)에서 과학교육이 학교교육에 들어오게 된 배경과 과정을 이해해야 한다. 과학교과의 세부 과목이 형성된 배경과 각 과목이 교육과정에서 차지하고 있는 비중이 어떠한지, 그 과목의 성격에 비추어 보아 그러한 비중을 부여하는 이유에 대해서 알고 있어야 한다.

우리나라에서 과학교과가 교육과정 편제에서 차지하는 비중과 과학교과 내의 과목 구조가 어떻게 되어 있으며 어떻게 변천해 왔는가에 대한 지식을 가지고 있어야 한다.

(3)

과학 교사는 과학 교과의 구조에 대한 지식을 갖추어야 한다.

과학교과에는 여러 과목이 있다. 초등학교와 중학교에서는 과학, 고등학교에서는 과학과 물리, 화학, 생물, 지구과학의 핵심 과목과 그 외에 다양한 선택과목으로 이루어져 있다. 자기가 가르치는 과목과 관련된 과학교과의 다양한 과목들을 알고 이러한 과목이 서로 어떻게 연관되어 있는가를 이해하고 있는 것은 자기가 담당할 과목의 설정 목적을 이해하는 데 있어서 매우 중요하다.

또한 과학교과에서 다루는 활동의 유형과 특성에 대해서도 이해를 하고 있어야 한다. 과학 활동은 자연현상을 관찰하고 분석하는 것이 중요하기 때문에 다른 교과와는 다른 특성을 갖는다. 과학교과의 활동은 다른 교과와 어떻게 다르며, 그러한 활동을 하는 이유와 그러한 활동의 의미를 알고 있어야 한다.

3) 과학 교과의 핵심 지식에 대한 기준

과학지식은 과학교육의 내용이다. 과학내용에 대한 지식을 갖는 것은 과학교사의 자질에서 우선적으로 요구되는 사항이라 할 수 있다. 과학의 내용은 크게 결과적 지식과 과정적 지식으로 나눌 수 있다. 결과로서의 과학의 지식은 과학적 사실에 대한 지식, 과학의 기초 개념에 대한 지식, 과학의 원리와 법칙에 관한 지식, 과학의 개념체계와 이론에 관한 지식으로 나뉘볼 수 있다. 결과로서의 지식은 과학교육에서 가장 분명하고, 명시적으로 제시할 수 있기 때문에 교육과정과 교과서에 비교적 명확하게 나타나 있다고 할 수 있다.

(1)

과학 교사는 과학의 기본적인 사실에 대한 지식을 갖추어야 한다.

과학은 자연 현상을 관찰한 사실의 토대 위에서 만들어진 정신적인 구조물이라 할 수 있다. 과학적 사실은 크게는 어떤 현상을 관찰 또는 측정하여 얻은 값이 있을 수 있고, 다른 것은 과학이라는 이론적 체계를 만들기 위해서 도입한 기호나 상수들도 있다.

일반적으로 이러한 사실들을 모두 기억하는 것은 불가능하며, 그렇게 필요한 것도 아니다. 그러나 과학적 사실이 가지고 있는 의미를 이해하는 일과 몇 가지 중요한 사실들은 기억할 필요가 있을 것이다. 예를 들면, 전자의 전하량, 태양계

에서 행성의 위치의 순서, 빛의 속력, 원소의 주기율표에서 몇 몇 핵심 원소의 위치, 세포를 구성하고 있는 요소들 등과 같은 것은 기억할 필요가 있다.

과학의 학문의 체계를 구성하기 위해서 인위적으로 만들어낸 것도 있다. 원소의 기호가 그 대표적인 예가 된다. 그 외에도 다양한 물리 상수가 있는데 이들 중 사용 빈도가 높은 것은 기억할 필요가 있다.

(2)

과학의 기초개념에 대한 지식을 갖추어야 한다.

과학의 기초 개념은 과학교육에서 가장 핵심적인 내용이다. 과학교사가 기초 개념을 이해해야 하는 것은 일차적으로 중요한 일이다. 기초 개념은 다양한 다른 개념과 밀접한 관계가 되어 있기 때문에 과학의 학습에서 중요한 역할을 한다. 기초가 제대로 되어 있지 않으면 이것과 관련된 모든 개념의 이해에 심각한 문제가 발생하게 된다.

기초개념의 이해는 그 자체의 사전적인 정의를 아는 것을 의미하지 않는다. 그 개념이 형성된 배경을 이해해야 하고, 다른 개념과 어떻게 관련이 되어 있는지 이해를 하고 있어야 한다. 그 개념의 의미를 자기 자신의 용어, 학생들이 이해할 수 있는 용어, 상황에 적합한 용어 등 다양한 용어로 다양한 상황(실생활 상황, 실험실 상황, 가상적 상황 등)에서 말과 글, 그래프나 그림, 행동 등 다양한 방법으로 진술할 수 있어야 한다.

또한, 기초 개념이 다양한 학년에서, 여러 과목에서 어떻게 반영되어 있으며, 그 다루는 수준이 어떻게 다른지 이해하고 있어야 한다. 같은 개념이라도 학습자의 수준에 따라 그 수준을 다르게 제시해야 한다. 이것이 가능하기 위해서는 기초 개념의 본질을 매우 잘 파악해야 하고 그 개념의 다양한 모습을 이해하고 있어야 할 것이다.

(3)

과학 교사는 과학의 법칙과 원리에 대한 지식을 갖추어야 한다.

법칙이나 원리는 개념들 간의 관계를 의미한다. 법칙은 자연 현상에 내재하고 있는 규칙성을 표현하는 것이다. 법칙으로 인하여 일어나지 않은 현상에 대한 예측이 가능하고, 일어난 현상에 대한 추리도 가능하다.

과학의 법칙을 이해한다는 것이 단지 변수간의 관계를 아는 것만을 의미하는 것은 아니다. 자연 현상 속에서 그 법칙이 어떻게 적용되는가를 이해해야 하고, 그 법칙이 만들어진 배경에 대한 역사적 과정을 이해할 필요가 있다. 뿐만 아니라, 그 법칙이 성립하는 다양한 사례를 제시할 수 있어야 한다.

과학의 모든 법칙은 진리가 아니라, 불완전하다는 것을 인식할 필요가 있으며, 그 법칙이 성립하는 조건이 무엇인가에 대해서 알고 있어야 한다. 모든 법칙은 어떤 제한된 조건하에서 성립한다. 법칙이 성립하는 조건은 그 법칙의 의미를 파악하기 위해서 필수적이다.

(4)

과학 교사는 과학의 개념체계와 이론에 대한 지식을 갖추어야 한다.

과학의 개념 체계 또는 이론은 논리적으로 연결된 법칙들의 구조물이라고 할 수 있다. 이론 체계를 이해한다는 것은 과학 지식을 하나의 통일체로서 인식하고, 각 개별 현상을 분리하여 보는 것이 아니라 자연현상을 하나의 통일된 시스템으로 이해한다는 것을 의미한다.

과학의 이론체계는 작은 구조에서 점차 큰 구조로 발전해 나간다. 물리학에서는 역학, 전자기학, 양자역학 등의 개념체계가 있을 수 있으나 아직 물리학 전체를 하나의 개념체계로 묶여지지 않는다고 본다. 생물이나 지구과학의 개념체계는 물리나 화학보다 더 세분화된 개념 체계를 갖는다. 그것은 이 분야에서는 아직도 개념체계가 잘 확립되지 못했다는 것을 의미한다.

초, 중등 교육에서 이러한 개념 체계는 교육의 내용으로 제시되지는 않지만 과학교사는 보다 넓은 안목을 갖기 위해서 이러한 개념체계에 대한 지식을 가지고 있어야 한다.

4) 과학의 탐구 방법과 태도에 관한 기준

과정으로서의 지식은 새로운 지식을 창출하는 능력을 의미한다. 과학에서는

탐구 수행 능력이 이에 속한다. 이와 더불어 과학교육의 중요한 목표 중의 하나는 과학적인 정신이라고 할 수 있는 과학적인 태도에 관한 것이다. 과학적인 태도는 과학자들의 정신을 대표하는 것으로서 과학 지식을 습득하고, 자연을 탐구하는 과정에서 보이지 않는 손의 역할을 한다. 그리고 이 과학적 태도는 과학자 뿐만 아니라 모든 인간이 가져야 할 덕목 중의 하나라고 할 수 있다. 과학적 탐구능력과 태도에 관한 내용은 결과적 지식과는 달리 명시적으로 나타내기 어렵기 때문에 교육과정과 교과서에 매우 추상적이고 모호하게 제시되어 있을 수 있다. 특히 태도에 관한 내용은 그 중요성에 비추어 볼 때 극히 모호하게 제시되어 있다. 따라서 과학교사가 이 영역에 대해서 확고한 이해를 하고 있지 않으면 이 두 영역의 목표는 교육 현장에서 외면당하기 쉬우므로 각별한 주의가 필요하다.

(1)

과학 교사는 학교 교육에서 탐구학습의 중요성을 인식하고, 과학적 탐구의 절차와 방법에 대한 지식을 갖추어야 한다.

과학교육에서는 산물로서의 과학지식과 그러한 지식을 얻는 과정을 학습하도록 하는 것이 매우 중요하다. 과학교사는 과학교육에서 탐구의 중요성을 인식할 필요가 있다. 탐구가 과학 활동에서 차지하는 위치를 알고 왜 탐구가 중요한지 이해를 해야 한다. 과학의 지식은 확정된 것이 아니라 계속적으로 변하며, 과학 지식의 변화는 과학적인 탐구활동을 통해서 이루어진다는 점을 인식하고, 과학 교육에서 탐구 활동이 지식의 습득에 우선하여 중요하다는 점을 알아야 한다.

과학의 탐구는 자연현상에 대한 의문을 해결하는 과정이며, 이를 위해서 다양한 기술이 필요하다. 과학의 탐구과정은 대체로 문제의 발견, 탐구 방안의 고안, 탐구의 수행, 결과의 처리, 결론도출 등으로 되어 있다. 각 단계에서 효과적인 기술과 거쳐야 할 과정이 있다. 각 과정의 특성과 각 과정에서 해야 할 구체적인 활동의 특성을 이해해야 한다.

과학교사는 과학 탐구의 절차적 지식과 기술적 지식을 갖추어야 한다. 과학의 탐구는 상당히 정형화된 절차가 필요하다. 각 절차에서 거쳐야 할 활동과 그 특성을 이해해야 한다. 그리고 각 절차를 수행하기 위해서는 기술이 필요하다. 실험기구를 다루는 방법, 다양한 계측 기구를 사용하는 방법, 측정을 하고 오차를 처리하는 방법, 데이터를 입력하고 이를 처리하는 다양한 기술들에 대해서 알고

있어야 한다.

(2)

과학 교사는 바람직한 과학적 태도가 무엇이며, 바람직한 태도를 함양하기 위한 조건과 방법에 대한 지식을 갖추어야 한다.

과학교육의 중요한 목표이면서도 실제의 교육에서는 무시되기 쉬운 것이 과학적 태도와 가치관에 관한 것이다. 따라서 과학교사가 바람직한 과학적 태도가 무엇인지 알고 있는 것은 매우 중요한 일이다. 과학적 태도 요소에는 어떤 것이 있으며 이러한 태도의 의미와 왜 과학교육에서 중요한가에 대해서 이해하고 있어야 한다. 또한 이러한 태도를 함양하기 위해서는 어떤 활동들이 있으며 그 활동들의 수행 방법에 대한 지식을 알고 있어야 한다.

5) 과학 교과 내용의 선정과 조직에 대한 기준

과학교과는 과학 내용의 조직체라고 할 수 있다. 조직체란 내적으로 논리적이고 합리적이며, 효율적인 체계를 갖추고 있다는 것을 의미한다. 과학 내용은 다른 교과에 비해서 비교적 명확한 논리적 위계 구조를 갖는다고 할 수 있다. 과학은 자연 현상을 다루기 때문에 다루는 소재가 계절적 요인과 지리적 요인에 의해서 영향을 받는다. 과학 교재의 내용은 이러한 여러 요인을 고려하여 조직되어 있다. 따라서 과학교사는 과학 내용이 가지고 있는 구조를 파악해야 하며, 이러한 내용을 학교의 현실과 학생들의 수준에 맞게 적절하게 재구성하여 제시할 수 있는 능력이 있어야 한다.

(1)

과학 교사는 교육과정에 있는 과학의 내용 구조와 선정된 배경을 이해해야 한다.

과학교사는 과학교과 전체의 내용에 대한 개관적 구조에 대한 이해를 하고 있

어야 한다. 이 전체적인 구조 속에서 자기가 담당할 과목이 어떤 위치에 있으며 다른 과목의 내용과 어떤 관계에 있는지를 알아야 한다. 또한, 교육과정에서 그러한 구조를 이루게 된 배경에 대해서도 알고 있어야 한다.

과학의 내용 지식은 그 양이 방대하다. 교육과정에 제시된 내용은 이러한 방대한 내용에서 가장 기초적인 것을 학습자의 수준을 감안하여 선별하여 조직화한 것이다. 각 내용을 선별하여 조직한 배경과 이유를 파악하고 있어야 다양한 교재에서 가장 적합한 교재를 취사선택할 수 있고, 새로운 교재를 개발할 때에도 교과목의 목표에 벗어나지 않을 수 있는 것이다.

(2)

과학 교사는 교육과정에 있는 내용을 학교 여건, 학습자의 수준 등 현실에 맞게 다른 등가 내용으로 대치할 수 있는 능력을 갖추어야 한다.

교육과정의 내용을 개발할 때에는 가장 효과적인 소재와 전개 순서를 염두에 둔다. 그러한 이러한 고려는 어디까지나 일반적인 상황을 가정한 것이고, 학교의 특수한 여건, 특별한 교사와 학습자의 특성을 고려한 것은 아니다. 이러한 특수한 고려는 불가피하게 교사의 몫이다. 이 특수성을 고려하는 것은 고도의 전문성을 요하는 행위이다.

교육과정에 있는 내용은 하나의 길잡이이고 실제의 교육에서는 학교의 여건과 학습자의 수준을 고려하여 교사가 교육과정의 내용과 등가인 다른 내용으로 대치할 수 있어야 한다. 특히, 생물학과 지구과학의 내용은 계절과 지역의 영향에서 벗어날 수 없기 때문에 이러한 능력이 더욱 요구된다고 할 수 있다. 새로운 내용으로 대치할 때 항상 염두에 두어야 할 것은 교육과정에 있는 내용의 진정한 의미와 그러한 내용을 교육과정에 수록한 배경에 대해서 잘 알고 있어야 함은 당연한 일이다. 그렇지 않으면 외형상 비슷한 내용일지라도 교육과정의 목표와는 전혀 다른 활동을 하게 될 위험이 있기 때문이다.

(3)

과학 교사는 효율적인 학습을 위해서 내용을 재조직할 수 있는 능력을 갖추어야 한다.

교육내용을 재조직한다는 것은 두 가지 의미를 가지고 있다. 그 하나는 내용 자체의 중요도를 감안하여 활동의 양을 조정하는 것이고, 다른 하나는 내용을 분리하거나 통합하는 일이다. 학생의 수준과 학교의 여건에 따라 각 내용에 투입해야 할 활동의 분량과 시간이 다를 수 있기 때문에 교사는 목표 도달을 하기 위한 전량의 하나로 활동의 양을 적절하게 배정할 필요가 있다. 또한 유사한 내용을 하나의 활동 속에 통합하거나 같은 내용이라도 별도의 활동으로 세분화할 필요도 있다. 이러한 재조직은 고도의 전문성을 요하는 것이라고 할 수 있을 것이다.

(4)

과학 교사는 효율적인 학습을 위해서 내용의 전개 순서를 재조직할 수 있는 능력을 갖추어야 한다.

교육과정에서 가장 효과적이라고 예상되는 전개 순서에 따라 내용을 제시하기는 하였으나 그것은 일반적인 상황을 가정한 것이고, 지역이나 학습자의 특성 등 특수한 상황을 고려한 것은 아니다. 이러한 특수한 상황은 교사가 스스로 적절하게 대응할 수밖에 없는 것이다.

특히, 생물학과 지구과학인 경우에는 이러한 특수성을 고려해야 할 필요성이 더욱 크다. 계절적인 요인이나 학교의 행사 등으로 인하여 불가피하게 활동의 순서를 조정해야 하는데 이러한 조정은 시간적으로 충분한 여유를 가지고 미리 계획해야 한다.

2 과학과 교사의 평가전문성 수행 기준 안

과학교사가 학생을 평가하기 위해서는 과학교육 평가에 대한 내용을 숙지해야

할 뿐만 아니라, 실제로 학생을 평가를 수행할 수 있는 능력을 갖추어야 한다. 그러한 교사의 능력을 평가하기 위한 평가수행 기준을 다음과 같이 평가 계획 및 준비, 평가의 시행, 평가 결과 분석 및 해석, 평가 결과 보고 및 활용으로 나누어서 다음과 같이 제시한다.

가. 가

과학에 대한 학생 평가를 수행하기 위해서는 어떤 내용의 평가를 어떤 과정을 통해 수행하고자 하는지에 대한 철저하고 치밀한 계획 및 준비가 선행되어야 한다. 먼저 과학교육과정 상에 드러나 있는 과학 교육 목표를 고려하여 지식, 탐구 능력, 태도 등 어떤 영역을 평가할 것인지 평가 영역에 따라 서로 다른 평가 영역에 대한 적절한 목표를 설정할 능력을 배양해야 한다. 또한 물리, 화학, 생물, 지구과학 등 과학 관련 분야에서 구체적으로 어떤 내용을 평가하고자 하는지도 결정해야 한다.

평가 내용 및 활용에 따라 평가 목표가 설정이 되면 여러 가지 다양한 과학 교육 평가 방법 중 가장 적합한 평가 방법을 선정할 능력도 갖추어야 하는데, 필요에 따라서는 평가 도구를 직접 개발할 수 있어야 한다. 과학과의 학습 목표는 자연현상에 대한 이해에만 국한되어 기술하는 것은 의미가 없고, 자연현상에 대한 의문을 해결해 가는 문제 해결력에 주로 초점을 두고 있으므로, 과학 교육 평가도 이와 같이 문제 해결력을 평가하기 위한 독특한 도구에 대한 지식을 확립하고, 그 도구들을 적절하게 사용하여 적절한 영역에 대한 평가를 위해 쓸 줄 알아야 한다.

과학 평가 시행 계획 또한 치밀하게 세워 실제로 평가 시행 시 벌어질 문제를 사전에 예측하고 대비해야 한다. 평가 결과를 어떤 방법으로 분석하고 어떤 기준에 의해 해석하여 판단할 것인지에 대한 계획도 이 단계에서 수립이 되어야 한다. 끝으로, 분석된 과학 평가 결과를 학생과 학부모들에게 어떻게 알리고 효과적으로 피드백을 받을 수 있을지에 대한 계획을 수립할 수 있는 능력을 아울러 갖출 필요가 있다. 이와 같이 과학교사가 갖추어야 할 과학 평가 계획 및 준비에 필요한 수행 기준을 과학교육에서 일반적으로 지향하고 있는 과학 교육 목표 분류체계인 지식, 탐구능력, 태도의 세 가지 측면에서 제시하고자 한다.

1) 평가 목표 설정

과학 교사는 평가를 계획할 때, 과학 지식 획득정도, 과학적 탐구능력, 과학적 태도 등 어떤 과학 교육 영역의 목표를 달성했는지를 합리적인 목표 설정할 능력을 갖추어야 한다.

과학 교사가 과학 학습 평가를 계획하고 준비하기 위해 가장 우선되어야 할 과정은 평가 목표를 설정해야 한다. 평가 목표는 결국 과학 교육 활동 전에 세워졌던 교육 목표에 상응하게 설정하여야 한다. 먼저, 과학교사가 과학 학습 평가 목표를 세우기 위해서 교육 목표를 분류하는 것과 마찬가지로 평가 목표를 세분화할 줄 알아야만 하는데, 크게 과학교육에서 지향하는 카테고리인 지식, 탐구능력, 과학적 태도로 구분하여 평가 목표를 설정할 수 있다. 세 가지 영역에 대한 평가 목표를 각각 지식 영역은 Bloom 등(1956), 탐구 능력 영역은 TAPS (Techniques for Assessing Process Skills in Practical Science), 과학에 관한 태도 영역은 Simpson과 Oliver가 설정하였던 범주에 의거하여 설정할 수가 있는데, 그 기준에 입각하여 평가 목표 설정 수행 기준을 다음과 같이 마련하였다.

과학교사는 과학 학습 평가 수행 시,

- 지식, 이해, 적용, 분석, 종합, 평가 능력 등의 위계에 따라 인지적 영역의 평가 목표를 설정할 수 있어야 한다.
- 관찰, 기록, 측정, 조작, 추리, 절차능력, 탐구절차의 선택능력 등과 같은 과학 탐구 능력을 평가하기 위한 평가 목표를 설정할 수 있어야 한다.
- 과학에 대한 일반적인 태도, 과학적 동기, 과학에 대한 부정적인 측면, 과학 교사에 대한 학생들의 태도, 과학교육과정에 대한 태도 등과 같은 정의적 측면의 평가 목표를 설정할 수 있어야 한다.

과학 지식, 탐구 또는 실험 능력, 과학에 대한 태도 등과 같이 과학 학습 목표로 하는 평가 영역을 설정하는 작업이 평가 계획에서 제일 앞서는 과정이다. 과

학 학습 평가 목표를 어떻게 설정하느냐에 따라 평가의 내용과 방법, 결과를 활용하는 범위가 결정된다.

2) 평가 내용 결정

과학 교사는 과학 지식 획득정도, 과학적 탐구능력, 과학적 태도 등 어떤 내용의 평가를 할 것인지 평가 수행을 준비하는 단계에서 결정하여야 한다.

과학 교육 평가의 목표를 지식, 탐구능력, 태도에 초점을 맞추어 설정하는 것이 바람직하다는 견지에서 볼 때, 세 가지 영역별로 다음과 같은 구체적인 평가 내용을 결정할 수 있다. 세 가지 영역별 평가 내용은 지식 영역은 Bloom, 탐구능력 영역은 TAPS (Techniques for Assessing Process Skills in Practical Science), 과학에 관한 태도 영역은 Simpson과 Oliver의 제안에 의거하여 구성하였다.

(1) 가

과학 교사는 학생 평가 내용으로 할 지식의 인지적 특성에 따라 타당한 평가를 할 수 있도록 인지적 영역의 평가 내용을 숙지해야 한다.

과학교사는 평가 내용으로 할 지식의 인지적 특성에 따라 다음과 같은 내용의 평가를 수행할 수 있다.

과학교사는 다음과 같은 평가를 수행할 수 있어야 한다.

- 학생이 학습된 과학적 정보나 원리, 개념을 기억해 내어 설명할 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.(지식, knowledge)
- 학생이 과학 학습에 사용되는 다양한 자료의 의미를 해석할 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.(이해, comprehension)

- 학생이 학습한 과학지식을 구체적인 상황에 적용할 수 있는지를 평가할 수 있어야 한다.(적용, application)
- 학생이 전체적인 과학적 개념 구조를 파악하기 위해 그 요소가 되는 하위 개념을 일관된 원리에 의해 나눌 수 있는지를 평가할 수 있어야 한다.(분석, analysis)
- 학생이 전체적인 과학적 개념을 발견하기 위해 하위 개념들을 일관성 있는 원리에 의하여 모을 수 있는지를 평가할 수 있어야 한다.(종합, synthesis)
- 학생이 증거를 설정하여 자료의 가치를 판단할 수 있는지를 평가할 수 있어야 한다.(평가, evaluation)

(2) 가

과학 교사는 관찰, 기록, 측정, 조작, 추리, 절차, 절차능력 등 탐구 능력 측정 내용에 따라 타당한 평가를 할 수 있도록 각 탐구능력에 대한 평가 기준을 이해해야 한다.

영국 스코틀랜드 교육부의 지원을 받아 글레스고우에 있는 조단힐(Jordanhill) 사범대학에서 이루어진 탐구능력 평가 도구인 TAPS(Techniques for Assessing Process Skills in Practical Science)에서 과학 탐구능력 평가 영역으로 제안했던 관찰, 기록, 측정, 조작, 추리, 절차능력, 탐구절차의 선택능력인 일곱 개 영역에 걸쳐 세분화된 과학 탐구 능력의 영역을 근간으로 하여 학생의 과학 탐구능력- 특히, 실험 능력-을 평가하기 내용 기준을 다음과 같이 마련하였다.

과학교사는 관찰 능력 평가와 관련하여, 기록 능력 평가와 관련하여, 측정 능력 평가와 관련하여, 조작 능력 평가와 관련하여, 추리 능력 평가와 관련하여, 절차 능력 평가와 관련하여, 탐구절차의 선택 능력 평가와 관련하여 갖추어야 할 평가능력은 다음과 같다.

가) 관찰 능력 평가와 관련하여

- 학생에게 색깔 있는 물체를 주고 기준 색깔을 주거나 색깔을 설명해 주면 그 물체를 찾아낼 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 색깔, 모양의 변화와 그 변화 정도를 관찰하고 기술할 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 유사한 물체를 찾아내고 그 차이점을 찾아내고 그 차이점을 기술할 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 어떤 물체의 여러 가지 시각적인 모습을 기술할 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 주어진 정보로부터 물체를 분류할 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 학교나 일상생활에서 위험 가능한 상황을 찾아낼 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 자연경치나 사진을 보고 과학적인 인조물이나 기술에 의한 효과를 찾아낼 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 주의 깊게 경험할 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.

나) 기록 능력 평가와 관련하여

- 학생이 주어진 과학 정보를 여러 가지 형태로 기록할 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 주어진 과학 정보를 간단한 언어나 문장으로 요약할 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 도표가 의미하는 바를 설명할 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 간단한 도형을 정확히 그릴 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 주어진 과학 정보를 유목화 할 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생에게 과학 정보를 주면 제목을 정하고 순서대로 배열할 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.

- 학생이 불완전한 도표를 완성할 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 수집된 자료를 정리하여 도표로 나타낼 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.

다) 측정 능력 평가와 관련하여

- 학생이 측정 활동 시 정확한 단위를 사용할 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 미터자의 눈금을 읽고, 길이를 측정할 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 온도계의 눈금을 읽고, 온도를 측정할 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 부피측정기구의 눈금을 읽고 부피를 측정할 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 상대적인 무게, 부피, 짧은 시간을 어렵셈할 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 모눈을 이용하여 면적을 측정할 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.

라) 조작 능력 평가와 관련하여

- 학생이 몸 전체를 사용하여 기구를 조작할 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 손가락 등 신체의 일부를 사용하여 정교한 조작을 할 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 과학 실험 기구를 안전하게 운반하고 조절할 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 과학 실험에 사용되는 현미경 등 모든 실험 기구들의 사용 방법을 정확히 알고 있는지 직접 조작해 보게 하여 평가할 수 있어야 한다.

- 학생이 위험한 실험 기구의 관리 방법을 설명할 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.

마) 추리 능력 평가와 관련하여

- 학생이 관찰과 추리를 구분하여 활동하는지 평가할 수 있어야 한다.
- 수집된 관찰 자료들을 학생이 적절하게 일반화할 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 일반화된 관찰 사실을 이용하여 합당한 결론을 이끌어 낼 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 관찰해온 사실과 주어진 정보를 종합하여 가설을 설정할 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 관찰 결과를 통해 발생시킨 가설을 검증할 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 새로운 관찰 사실에 맞도록 가설을 수정할 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.

바) 절차 능력 평가와 관련하여

- 학생이 과학 실험에 필요한 기구의 명칭을 말할 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 주어진 과제를 해결하기 위해 적절한 기구를 선택할 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 실험 시 예견되는 위험한 요소들을 잘 제거해 나가고 있는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 고체나 액체를 용기에 표시된 부분까지 채울 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 숟가락이나 시약수저를 사용하여 필요한 양의 물질을 덜어낼 수 있

는지 평가할 수 있어야 한다.

- 학생이 스포이트나 주사기를 사용하여 액체를 옮길 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 적은 양의 물질을 혼합하여 표준 용액을 만들 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 적당한 방법으로 고체를 용해시킬 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 적합한 여과 방법을 사용할 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 초시계를 사용하여 적당한 시간 간격으로 측정하며, 계획한 시간 간격의 눈금을 사용하는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 전기 회로도를 보고 간단한 회로를 제작할 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 현미경관찰을 위한 프레파라트를 제작할 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 조도계나 pH미터, 그리고, 그물 등 여러 가지 현장 조사 및 채집을 위한 실험기구들을 사용할 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.

사) 탐구절차의 선택 능력 평가와 관련하여

- 학생이 실험실에서 실험 활동 중 위험을 예상하고 적당한 사전 주의와 안전 수칙을 강구하고 있는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 주어진 문제를 해결하기 위해 적당한 실험 방법을 고안하고, 적합한 기구를 선택할 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 측정 기구를 선택할 때 경우, 적당한 규모의 기구를 선택할 수 있는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 정해진 실험 절차대로, 적합한 변인을 선택하는지 평가할 수 있어야 한다.

- 학생이 실험 과정에서 적절한 자료를 수집하고 있는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 수집된 자료를 정리하여 결과를 일반화하기 위해 적합한 도표를 활용하는지 평가할 수 있어야 한다.

(3) 가

과학 교사는 학생의 과학에 대한 태도를 평가하기 위해 정의적 영역의 평가 목표를 숙지해야 한다.

과학교사는 과학 학습 평가 수행 시 정의적 측면의 평가 목표도 설정해야 한다. 그 평가 목표 설정을 위한 수행 기준은 정의적 영역의 평가 범주인 과학에 대한 일반적인 태도, 과학적 동기, 과학에 대한 부정적인 측면, 과학교사에 대한 학생들의 태도, 과학교육과정에 대한 태도 등 다섯 가지 범주에 걸쳐 마련하였다. 각 범주별 평가 내용 기준은 다음과 같다.

과학교사는 과학에 대한 일반적인 태도와 관련하여, 학적 동기와 관련하여, 과학에 대한 부정적인 태도와 관련하여, 과학교사에 대한 학생들의 태도와 관련하여, 과학교육과정에 대한 태도와 관련하여 갖추어야 할 평가능력은 다음과 같다.

가) 과학에 대한 일반적인 태도와 관련하여

- 학생이 과학을 재미있어 하는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 과학을 하는 과정이 즐거운지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 정말로 과학을 좋아하는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 과학자가 되고 싶어 하는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 과학자를 친근하게 느끼는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 모든 사람이 과학을 공부해야 한다고 생각하는지 평가할 수 있어야 한다.

나) 과학적 동기와 관련하여

- 학생이 평소에 과학을 잘하려고 노력하는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 항상 열심히 노력하므로 과학을 어려워하지 않는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생의 과학 성적이 하락하면 그것이 과학을 더 열심히 하게 하는 동기가 된다고 생각하는지 평가할 수 있어야 한다.

다) 과학에 대한 부정적인 태도와 관련하여

- 학생이 과학은 숫자들과 단어들로 가득 찬 복잡하고 의미 없는 과목이라고 생각하는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 과학을 공부할 때 마음이 공허한 지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 과학은 자신을 신경질적으로 만든다고 생각하는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 대학에서 과학을 전공 한다면 잘 못할 것이라 생각하는지 평가할 수 있어야 한다.

라) 과학교사에 대한 학생들의 태도와 관련하여

- 학생이 자신의 과학 선생님이 과학을 더 공부할 수 있게 만든다고 생각하는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생의 과학 선생님이 그 학생을 잘 가르쳐 주시기 위한 좋은 계획이 있다고 믿는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 때때로 과학 선생님이 자신을 감탄하게 만든다고 생각하는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 자신의 과학 선생님은 자신이 좋은 성과를 낼 것이라고 기대하고 있다고 생각하는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 수업을 마친 후 과학 선생님과 이야기하는 것을 좋아 하는지 평가할

수 있어야 한다.

마) 과학교육과정에 대한 태도와 관련하여

- 학생이 과학시간에 유의한 활동을 많이 한다고 생각하는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 과학시간에 중요한 것을 배우고 있다고 생각하는지 평가할 수 있어야 한다.
- 학생이 과학 교과서를 좋아하는지 평가할 수 있어야 한다.

3) 평가 방법 선정

과학교사는 과학 지식 획득정도, 과학적 탐구능력, 과학적 태도 등에 관한 평가를 준비할 때, 가장 합리적인 평가 방법이 무엇인지 각 평가방법의 장·단점을 비교하여 선정할 능력을 갖추어야 한다.

과학 교육 평가의 목표를 지식, 탐구능력, 태도 중 어떤 영역에 초점을 맞추어 설정하느냐에 따라 평가 방법도 결정이 된다. 과학 교육 평가 방법은 상당히 다양한데, 설정된 평가 목표를 어떤 영역에 두고 있는지에 의해 적용할 평가 방법도 제한된다. 과학 교사는 과학적 지식, 과학 탐구능력, 과학에 관한 태도를 평가하기 위한 방법을 선정하기 위해서 각 방법의 장·단점을 숙지할 필요가 있는데, 앞서 제시되어 왔던 세 가지 영역에서 일반적으로 사용하는 평가 방법의 특징을 알아보고 과학 학습 평가 방법 선정 기준을 다음과 같이 마련하였다.

(1) 가

과학 교사는 과학 지식을 평가하기 위해 구두시험과 주·객관식 지필 시험 방법의 장·단점을 숙지하여 타당한 방법을 선정할 수 있어야 한다.

과학지식을 평가하는 방법은 간단히 수업 전이나 수업 도중에 흔히 사용되는

구두 질문으로부터 전국 규모의 학력 측정 시험에 이르기 까지 아주 다양한 방법들이 있다. 과학 학습의 평가에는 평가 하고자 하는 내용에 관해서 여러 문항으로 구성된 시험의 형태가 사용된다. 시험 같은 형태의 여러 문항으로 구성되기도 하며 때로는 여러 가지 다른 형태의 문항이 함께 사용되기도 한다.

과학 지식 평가 방법은 응답의 형태에 따라 구두시험과 지필 시험으로 분류한다. 구두시험은 직접적인 의사소통을 이용하여 수험자를 평가하며, 개별적인 구두시험은 가장 효과적인 지식의 평가방법으로 지필 시험보다 훨씬 오래 전부터 사용되어 왔다. 그러나 이 개인별 구두시험은 많은 수의 학생들의 학력을 평가하는 데는 엄청난 시험시간이 필요하며 채점의 객관성 유지도 어려워 대학의 논문 심사나 입학시험에서 실시하는 면접시험 이외의 종합평가에서는 거의 이용되지 않는다.

한편 과학 지식 평가를 위한 지필 시험은 정답의 수에 따라서 객관식과 주관식으로 구분된다. 객관식 평가 문항의 경우에는 정답이 하나 뿐이며, 과학 교과 의 전문가가 아닌 사람이나 컴퓨터에 의한 신속하고 공정한 채점이 가능하다. 그러나 객관식 평가에서도 평가 범위 중 어느 영역을 중점적으로 평가하며, 한 평가 영역에서 어떤 평가 목표를 평가에 이용할 것인가, 또는 각 평가 목표에서 어떤 평가 문항을 작성할 것인가 등에 따라 이 방법을 선정할지에 대한 결정은 평가자의 주관적인 판단에 의존할 수밖에 없다. 선다형, 연결형, 진위형이 객관식 지필평가 방법에 해당된다.

과학지식의 주관식 평가는 출제에서 뿐만 아니라 채점에 이르기 까지 평가자나 채점자의 주관이 개입될 수 있는 평가방법으로 채점 시간, 점수의 객관성, 출제 범위, 시험 문항의 재이용 가능성 등에서 객관식 평가에 비해서 불리하지만 기억 중에서 회상 능력, 답안 작성 및 표현 능력, 문제 해결 능력 등의 측정 기능이 객관식에 비해 좋기 때문에 고등정신 기능 평가가 요구될 때나 수험자의 수가 적을 때 효과적으로 사용할 수 있다. 논술형과 단답형 문항들이 주관식 평가방법에 해당된다.

- 1 가 (, 1997)

가					
	/ 가				
	/ 가				
	/ 가				
	가				
	가 가				
	가 가				
	가	가	가	가	가
	가				

<표 IV-1>에서 지금까지 논의된 과학 지식 평가 방법의 상대적인 장·단점을 비교해 보았다. 비교의 준거는 크게 측정될 내용과 적용의 용이성이라는 두 가지 범주로 묶어서 생각할 수 있다. 측정될 내용은 어떤 평가 방법을 사용하여 측정하였을 때 평가 결과로부터 교사가 얻을 수 있는 학생의 지식의 범위와 깊이에 관한 정보로 정의를 할 수 있다. 객관식 평가 문항에 비해서 논술형이 측정 내용이 많다고 할 수 있다. 적용의 용이성이란 어떤 평가 방법을 실제 현장에서 사용하기 용이한지 여부로 정의되며, 시험을 시행하고 채점하는 데 걸리는 시간이나 간편성 등과 관련이 있다.

일정 시간에 많은 학생과 많은 내용을 평가할 수 있고, 채점이 용이할수록 적용의 용이성이 크다고 할 수 있다. 구두시험이 적용의 용이성이 가장 낮고 논술형, 단답형, 그리고 객관식 문항으로 갈수록 적용의 용이성이 증가한다. 과학교

사들은 과학 지식 평가가 수행되는 상황에 따라 <표 IV-1>의 증거에 의거하여 적절한 평가 방법 및 평가 도구를 선정할 수 있다.

(2) 가

과학 교사는 지필 평가와 수행 평가의 특성을 숙지하여 적절한 과학 탐구 능력 평가 방법을 선정할 수 있어야 한다.

과학 탐구 능력의 평가는 매우 중요한 과학교육 평가 영역이지만 그 평가 문항 제작이 용이하지 않기 때문에 학교 현장에서 탐구 능력 평가가 제대로 이루어지지 못하고 있다. 탐구능력의 평가는 지식 영역의 평가와는 달리 지필 검사만으로는 완벽하게 평가할 수가 없고, 실제로 실험을 수행하는 과정이 평가에 포함되어야 하기 때문에 그 실시에 있어서 더 많은 시간과 노력이 필요하다.

전통적으로 탐구능력의 평가는 평가자의 주관에 의해서 평가 되었으나, 평가의 타당도와 신뢰도에서 많은 문제가 제기되었다. 따라서 탐구능력 평가 방법의 선정에는 타당도와 신뢰도가 높은 평가 방법을 선정하는 것이 최우선 과제일 수 있다. 타당도란 측정하고자 하는 학습자의 능력을 얼마나 충실하게 측정하느냐의 정도를 의미하며, 신뢰도란 측정 도구의 사용 결과가 시간이나 장소는 물론 평가자가 누구냐에 영향을 얼마나 덜 받느냐의 정도를 나타낸다. 그러나 아무리 타당도와 신뢰도가 높은 항목이라고 할지라도 현실적으로 시행 불가능하다면 의미가 없다.

실험 실습 평가는 과정 중심이어야 하나, 대부분 결과 중심 평가에 의존하는 경향이 있다. 이는 결과 중심 평가가 과정 중심 평가에 비해 간편하기 때문이다. 이는 실용도에 대한 문제이다. 평가에 소요되는 시간, 가능하면 세분화할 수 있는 만큼 세분화하여 탐구 과정 요소를 측정하고 평가 맥락 선정에 유의한다면, 결과 중심 평가로 탐구 능력을 평가하는 방법도 실용도 측면에서는 합리적일 수 있다. 즉, 결과 중심 평가를 잘 설계만 한다면, 또한, 과제 자체가 단순할 때는 결과 평가만으로도 충분한 탐구능력을 평가할 수 있는 경우도 많이 있기는 하다. 예를 들어, 질량 측정, 계측기 눈금 읽기, 시약 만들기, 시료 만들기 등과 같이 결과만으로도 상당히 정확하게 실험 실습 능력을 평가할 수도 있다. 과학교사는 타당도와 신뢰도, 실용도까지 고려하여야 하여 학생의 과학 탐구능력을 평가하기 위한 방법을 선정해야 한다.

(3) 가

과학 교사는 눈으로 확인하기 어려운 과학에 관한 태도를 평가하기 위해 다양한 측정 방식의 장·단점을 숙지하여 타당한 과학에 관한 태도 평가 방법을 선정할 수 있어야 한다.

과학적 태도의 평가는 눈으로 확인하기 어려우며 한 가지 방법으로만 쉽게 측정할 수 없다. 과학적 태도의 측정방법은 다양한 방식으로 측정이 가능한데, 과학 교사는 과학적 태도를 평가하기 위한 각각의 평가 방법의 특징을 숙지하여 교실 상황을 고려하여 선정하는 능력을 배양할 필요가 있다. 과학에 대한 태도를 측정하기 위한 방법은 다양하지만, 과학교사들이 다양한 평가 기법에 대한 지식과 선택 능력이 없으면, 선택하여 사용할 수 없다. 과학 교사들은 필요에 따라 학생들의 과학에 대한 정의적 영역을 측정하기 위해 적절한 평가 방법을 선정하여 학생들의 과학에 대한 흥미나 가치를 판단하여 과학 수업 활동에 피드백 시켜야 한다.

4) 과학 학습 평가 도구 개발

과학교사는 평가의 목적과 대상, 상황에 맞는 평가 도구를 개발하는 데에 필요한 지식을 갖추어야 한다. 평가 도구를 개발할 때에는 평가 도구가 측정하고자 하였던 것을 충실하게 측정하는지와 관련된, 타당도, 측정하려는 것을 안정적으로 일관성 있으며 오차를 최소화하여 측정하는지와 관련된 신뢰도, 시간과 비용, 노력을 적게 들이고도 목적을 달성할 수 있는가와 관련된 실용도에 대한 지식을 갖추어야 한다. 또한 과학교사는 일반적인 문항 제작 원리에 대한 지식을 갖추어야 한다. 지필평가와 수행평가 각각에 적합한 문항 제작 원리를 이해하여 이를 실행하는 데에 필요한 지식을 갖추어야 한다. 뿐만 아니라 각 문항에 적합한 채점 기준을 마련하는 데에 필요한 지식도 갖추어야 한다.

(1) 가

과학 교사는 다양한 과학 지식 평가 도구의 특징 및 장·단점을 숙지하여 타당하고 신뢰성 있는 과학 지식 평가 도구를 개발할 능력을 갖추어야 한다.

과학 교사가 과학 지식을 평가하기 위해서는 선정된 적절한 평가 방법에 기초한 구체적인 평가 도구를 제작해야 한다. 과학 지식의 평가를 위하여 평가 도구를 개발하는 일은 시간이 많이 소요되고 쉽지 않은 작업이다. 좋은 평가 도구를 개발하기 위해서는 과학에 대한 체계적이고 해박한 지식과 학생들이 보유하고 있는 과학 오개념 등에 관한 사전 지식이 풍부해야 한다. 특히, 과학 교사는 평가 방법에 따른 문항 제작 기법에 정통해야 하므로 앞서 제시된 다양한 과학 지식 평가 방법에 대해 각각의 형태와 장·단점을 숙지하여, 장점을 최대한 살리고 단점을 보완할 수 있는 과학 지식 평가 도구를 개발하여야 한다.

가) 구두질문

구두질문은 교사와 학생이 서로 얼굴과 얼굴을 마주하고서 주로 대화를 통한 직접적인 의사전달 과정을 통하여 이루어지는 평가 형태를 말한다. 질문의 종류에 따라서 끝이 열린(open-ended) 질문과 폐쇄적(closed) 질문으로 구분된다.

:

:

가?

구두질문은 주로 수업 계획의 일부로서 진단평가나 형성평가를 위한 비공식적인 구두평가와 비교적 적은 수의 학생들의 과학지식을 깊이 있게 조사하기 위한 공식적인 면접의 경우에 활용된다.

나) 논술형

논술형 문항은 주어진 주제에 대하여 응답자가 문장 형식을 통하여 답을 제공하는 형태의 측정 방법을 총칭하며, 반응의 자유도가 무제한 적일 정도로 높다. 논술형 평가는 논술형 시험과 과제물로 구분할 수 있는데, 과제물의 경우 고등 정신기능과 창의성 등의 평가에 적합하다. 형태에 따라서는 개방형과 구조형으로 구분할 수 있다.

-	:	.
-	:	.
1.		.
2. P	S	.

다) 단답형

단답형은 논술형과 객관식으로 절충한 것으로, 회상이나 인출을 요구한다는 점에서 논술형과 같은 성격을 보이지만 반응의 자유도가 매우 낮다는 점에서 객관식 평가와 유사하다. 학생이 주어진 질문에 짧은 답안을 써 넣게 되어 있으며 문제부는 있지만 답지가 주어지지 않은 형태이다.

라) 선다형

선다형은 오늘날 가장 널리 사용되고 있는 평가 문항으로 여러 오답지나 교란지 중에서 요구되는 답을 선택하는 방식이다.

마) 연결형

연결형은 지시문과 전제부와 답지부로 구성되어 있다. 전제부와 답지부는 단어, 정의, 진술문, 식, 방정식, 도표, 수, 문자 등으로 구성될 수 있다.

바) 진위형

진위형은 양분된 견해에 대한 판단능력을 측정하는데 이용되며 양자 택일형이라고도 한다.

(2) 가

과학 교사는 다양한 과학 탐구 능력 평가 도구의 특징 및 장·단점을 숙지하여 타당하고 신뢰성 있는 과학 탐구 능력 평가 도구를 개발할 능력을 갖추어야 한다.

과학 탐구능력 평가는 실제로 실험하는 과정을 평가하는 것이 원칙이나, 그것은 시간이 매우 많이 소요되고 실시에 많은 어려움이 따르기 때문에 좀 변형된 다양한 방법이 동원되고 있다. 각 방법은 나름대로의 한계가 있지만, 탐구능력의 특성에 따라 효과적으로 사용될 수 있다.

실험기구 조작 능력이 아닌 인지영역에 속하는 변인통제, 추리, 가설설정 등의 탐구사고력에 관한 평가는 지필검사로도 어느 정도 평가가 가능하다. 지필검사는 기본적으로 과학지식을 평가하기 도구를 구성하는 방법이었으므로, 논술형, 단답형, 선다형, 진위형, 완성형, 연결형 등으로 구성할 수 있는 탐구능력 평가 도구 개발에 관해서는 본 절에서 언급하지 않기로 한다. 그 이외의 관찰법, 실험 보고서, 순환실험 평가 방법에 대해서만 제시해 본다. 과학교사는 과학지식을 평가하기위한 도구와는 다른 방식으로 개발할 필요가 있는 탐구능력 평가 도구 개발 방법을 숙지할 필요가 있다.

가) 관찰법

탐구능력은 실제로 탐구를 하는 과정이기 때문에 학생이 탐구하는 과정을 옆에서 관찰하면서 평가하는 것이 바람직하다. 교사가 직접 학생의 행동을 관찰하여 평가할 때, 미리 평가관점을 자세히 설정하고 이 평가 관점에 입각하여 관찰해야 신뢰도를 높일 수 있다. 이 때 사용하는 평가 관점을 체크리스트라고 부른다. 관찰 평가 방식은 교사와 학생이 일대일로 앉아서 하는 방법이 있을 수 있고, 한반 전체가 실험 하는 과정을 관찰하는 방법이 있을 수 있다.

나) 실험 보고서

많은 학생을 평가하기 위해서 불가피하게 실험 보고서에 의존할 수도 있다. 실험 보고서에 의한 평가를 효과적으로 하기 위해서는 실험 보고서의 양식을 미리 만들어 주어야 한다. 실험 보고서의 양식에는 실험 목적, 실험 방법, 실험 결과, 실험결과의 해석 등이 포함되어야 한다. 각 항목에 구체적인 질문을 줄 경우 더욱 효과적이다. 특히, 실험 방법에서는 통제변인과 실험 변인의 확인, 안전을 위한 조치 사항, 실험 절차에 대한 점검을 할 수 있는 질문이 주어져야 한다. 실

험 결과의 해석에서는 매우 세밀한 분석을 유도하는 질문이 보고서 양식에 주어
져야 한다. 이러한 구체적인 항목이 제시되지 않는 실험 보고서는 일반 과학자
에게는 가능하나 중등학교 학생의 실험 능력 평가에는 사용하기 어렵다. 그러므
로 보고서의 양식은 저학년으로 내려갈수록 더 구체적이어야 한다.

학생의 실험 보고서를 평가 도구로 개발할 시에는 반드시 평가 점검표를 함께
개발해야 한다. 평가 점검표는 학생의 실험 능력을 객관성 있게 평가할 수 있도
록 고안되어야 한다. 평가하고자 하는 탐구 과정 요소에 따라서 실험 보고서 양
식이 다소 달라질 수는 있다.

다) 순환 실험 평가

순환실험(circus)은 제한된 숫자의 실험 기구를 가지고 많은 학생이 실험할
때, 각 분단에게 다른 종류의 실험을 하게 하고 일정한 시간이 경과한 후, 다른
실험으로 넘어가는 방법이다. 순환 실험 과정을 평가하는 경우에는 여러 실험대
에 각각 한 종류의 실험 장치를 하고, 각 실험대에 한 사람씩의 평가자가 앉고
각 학생이 실험대 마다 돌아가면서 실험을 하게 된다. 이 경우에도 각 실험에
대해서 자세한 관찰 점검표를 만들어야 한다.

(3) 가

과학교사는 다양한 과학에 관한 태도 평가 도구의 특징 및 장·단점을 숙지
하여 타당하고 신뢰성 있는 과학에 관한 태도 평가 도구를 개발할 능력을 갖
추어야 한다.

과학에 관한 태도 평가 도구는 기존에 개발된 자료가 많이 나와 있으므로 선
택하여 사용할 수도 있다. 그러나 충분한 피드백을 통해 교사가 개발할 능력을
갖출 필요가 있다. 다음과 같은 평가 기법은 과학에 관한 태도 평가 도구 개발
을 위해 일반적으로 사용된다.

가) 의미분석법(semantic differential)

이 방법은 Osgood 등(1955)이 다양한 단어나 생각에 사람들이 어떻게 반응하
는가를 측정하기 위해 널리 사용되어 왔는데, 평가 대상은 과목이나 생각, 사물
등 거의 모든 것이 될 수 있다. 평가 방법은 평가 대상과 관련된 의미를 갖는

일단의 양극적인 형용사구를 선택하여 실제로 반대가 되는 용어를 양극단에 배치하여 놓은 뒤에 중앙에는 7점 척도를 사용하여 체크할 수 있게 구성한다. 다음은 의미 분석법에 의한 과학적 태도를 측정하기 위한 예이다.

과학은	
좋다	나쁘다
유익하다	쓸모없다
중요하지 않다	중요하다
의미 없다	의미 있다
재미있다	재미없다

나) 리커트 척도(Likert scale)

Likert(1932)가 고안한 방식으로 학생들의 과학에 대한 태도나 가치를 측정하기 위한 문항을 고안할 때 가장 유용하게 이용되는 방법 중 한가지다. 학생들의 과학에 대한 태도를 알기 위해 만들어진 진술에 대해 ‘매우 찬성’, ‘찬성’, ‘어느 쪽도 좋다’, ‘반대’, ‘매우 반대’ 등의 척도를 사용하여 답하게 하는 방식이다.

다) 서스톤 척도(Thurstone scale)

Thurstone(1931)이 고안한 방법으로 리커트 척도와 대비되는 특징을 가진 태도 측정법이다. 이 척도는 일련의 진술문으로 이루어지는데, 각 진술은 측정되는 주제가 무엇이든 간에 그것에 대해 동의하지 않는 내용의 진술로부터 동의하는 내용의 진술까지 반응 연속선상에서 어느 특정한 위치의 입장에 해당되는 진술로 구성한다. 작성된 진술문들을 가지고 학생들이 동의하는 진술에 모두 표시하게 하거나 몇 개만으로 제한하여 선택하게 한다. 개인별 태도 점수는 학생들이 각 항목에 반응한 척도 값을 토대로 계산된다.

라) 강제선택 문항법(forced choice items)

이 방법은 리커트 척도와 유사하다. 학생들은 질문이나 진술에 대해 이미 주어진 몇 개의 응답 중에서 하나를 골라야 한다. 비록 문항의 구성이 리커트 척

도와 다르게 응답의 다양성 범위가 더 넓기는 하다. 예를 들어, 다음과 같다.

아래에 과학과 관련된 활동들이 있다. 여러분이 흥미 있어 할 어떤 활동을 할 시간은 충분하다고 가정할 때, 보기와 같은 척도 3,2,1 중의 하나를 선택하라.

- 3: 그런 활동을 하기 좋아할 때
- 2: 그런 활동에 관심이 없을 때
- 1: 그런 활동을 좋아하지 않을 때

3 2 1 화학시간에 화학 결합에 대해 토론한다.

3 2 1 여러분의 독서 계획 목록에 과학책 몇 권을 포함시킨다.

마) 선다형 문항(multiple-choice items)

선다형 문항은 인지적 영역을 평가하는 데 널리 쓰이지만, 일부 정의적 영역의 평가에 측정도구로 쓰이기도 한다.

바) 주관식 평가문항(subjective test questions)

과학적 태도 평가에 학생들의 가치 판단을 요구하는 주관식 시험을 이용할 수가 있다. 먼저 학생들이 문제를 선택하게 하고 그 문제에 대해 논리적인 답을 제시하게 한다. 주의할 점은 학생이 선택한 문제에 따라 점수가 달라져서는 안 되므로, 학생의 답에서 나타난 이유와 제시된 지지 증거에 따라 점수가 주어져야 한다. 이러한 평가에 사용하는 문제는 학교나 지역사회에서의 시사적이고 논쟁거리가 될만한 관심사에 대한 질문으로 해야 한다.

사) 투사법(projective techniques)

인간은 자기가 하고 있는 모든 것에 자신의 일부분을 투사한다는 기본 가정하에 심리학에서 널리 사용되는 기법을 과학적 태도 검사에 사용할 수 있다. 단어 연상검사, 통각 검사, 문장 완성 검사 등이 있다. 단어 연상 검사에서는 과학, 실험, 과학자들 같은 몇 개의 선정된 단어 목록을 한번에 한 개씩 학생들에게 큰 소리로 읽어주면서, 학생에게 각 자극어를 들을 때마다 마음에 떠오르는 첫 단어를 가능한 한 발리 말하도록 하는 방식이다. 통각검사는 학생에게 과학을 주제로 한 특수하지는 않고 끝이 열린 방식으로 그려진 그림을 해석하도록 하는 것이다. 문장 완성검사는 과학과 관련된 진술문을 구성하는데 중간에 밑줄이 쳐

진 불완전한 문장을 만들고 학생들에게 제시하여 학생이 나머지 부분을 완성하게 하는 방식이다. 예를 들어, ‘대부분의 사람들은 과학이 _____ 할 때 좋아한다.’의 진술문에 밑줄에 자신의 의견을 쓰게 하는 것이다.

아) Q분류법(Q-sort)

과학적 특성이나 과학에 관련된 단어나 구를 가장 긍정적인 것에서부터 가장 부정적인 거에 이르기 까지 여러 개를 준비한다. 각 단어나 구를 학생들에게 제시하고, 학생들이 가장 동의하는 단어나 구에서부터 가장 동의하지 않는 것의 순서대로 놓도록 한다. 학생들의 자신이 가장 동의하는 내용의 단어 순서로 카드를 계열화 시킬 것인데, Humphreys와 Townsend(1974)는 이 방법이 태도에 대한 대부분의 설문지 측정보다 훨씬 더 정직한 결과를 나타낼 것이라고 믿었다.

자) 개별 토론과 면담(personal discussions and interviews)

직접적인 면담을 통해 과학적 태도에 대한 결과는 그 어떤 방식 보다 신뢰성이 있다고 할 수 있다. 예를 들어 ‘과학을 얼마나 좋아합니까?’ 그리고 ‘왜 과학이 중요하다고 생각합니까?’와 같이 질문을 통한 직접적인 답변으로 학생들의 과학에 대한 태도를 측정할 수 있다. 면담 전에 학생의 흥미와 배경을 아는 것도 효과적인 질문들을 선택하고 구조화하는데 도움이 된다.

차) 체크리스트(checklists)

특정 행동의 출현 빈도를 표시할 수 있는 체크리스트를 개발하여 학생이 매일 혹은 매주 그러한 행동을 나타내는지 점검하는 방식이다. 학생들의 행동에 그들의 흥미와 가치를 가장 잘 나타낼 것이라는 가정 하에 사용된다. 과학 수업, 과학 실험, 과학관련 활동 자체의 목적과 일치하는 행동의 목록을 작성한 후, 학생의 행동을 주기적으로 관찰하여 평가를 할 수 있다.

카) 관찰법(observation)

학생의 태도나 가치에 관계되는 평가 목표는 학생들이 실험실에서 실험을 하고 있을 때 보이는 행동을 관찰하여 평가할 수 있다. 관찰을 위해서는 행동의 빈도에 따라 미리 등급을 정해놓고 체크리스트를 작성하여 관찰하면 수량화, 적도화 하여 학생 평가에 수치적으로 반영할 수 있다.

타) 보고서(students reports and term papers)

학생들이 작성한 보고서를 살펴보면, 학생에 대한 직접적인 정보를 모을 수는 없지만, 학생의 흥미와 가치를 엿볼 수 있다. Eiss와 Harbeck(1969)은 학생이 백과사전이나 자료집으로부터 사실을 단순히 베껴서 제출한 보고서일지라도 그 사실로부터 그 학생이 과학에 대한 흥미가 전혀 없다는 것을 추측할 수 있으므로, 그 학생에게 더 의미 있는 과학 활동을 제공해야 한다는 피드백이 가능하다고 보았다.

5) 평가 시행 계획

과학 교사는 신뢰도 높은 학생의 과학 지식 획득정도, 과학적 탐구능력, 과학적 태도에 관한 평가를 결과를 얻기 꼼꼼하게 시행 계획을 세움으로써 만일의 사태에 체계적으로 대응할 수 있는 능력을 갖추어야 한다.

평가를 계획하는 과학 교사는 설정된 목표에 부합하는 평가 방법을 선정하여 평가 도구를 확보하고 나면 평가를 시행할 구체적인 상황에 대해 예측을 해보아야 한다. 언제, 어디서, 누구를 대상으로 어떤 과정에 의해, 어떤 도구를 사용하여, 얼마간 평가를 시행할 것인가를 꼼꼼하게 체크해야 한다. 그렇게 하기 위해서는 필요한 물품 목록을 작성해야 한다. 특히, 과학 탐구능력 평가의 경우, 실험 조작능력 등을 평가하기 위해서는 많은 실험 도구들을 구입하거나 존재여부를 확인하여야 한다. 철저한 대비로 평가 시행 계획을 하여 평가를 실시하면, 좀 더 신뢰도가 높은 과학 교육 평가 결과를 얻을 수 있다. 특히, 과학적 태도의 평가는 인지적영역의 평가나 탐구능력 평가와 함께 실시 될 수도 있지만, 정의적 영역의 평가를 독립적으로 잘 개념화하고 시행하는 것이 필요하다.

6) 평가 결과 분석 및 해석 계획 수립

과학 교사는 학생의 과학 지식 획득정도, 과학적 탐구능력, 과학적 태도에 관한 평가를 수행한 후 평가를 객관적이며 공정성하게 해석할 수 있게 하기 위하여 계획을 수립해야 한다.

과학 교사는 지식, 탐구능력, 태도 등 어떤 영역의 평가 목표를 설정하여 평가를 시행할 계획인지에 관계없이 모든 평가 결과를 객관적으로 분석하여 학생과 학부모에게 정확하게 보고할 수 있는 수준으로의 자료를 처리할 계획을 수립하여야 한다. 객관식 문항 위주의 평가를 시행할 예정이라면, 채점 과정에서 주관성은 거의 나타나지 않을 것이므로 채점이 이루어진 자료들을 평가 목적에 적합하게 재구성하여 학생 개개인의 경향 또는 학생 집단의 전체적 경향을 잘 드러낼 수 있는 자료 처리 방법을 계획하는 것이 중요하다. 채점 과정에서의 주관성 여부가 문제로 제기 될 수 있는 주관식 평가를 계획하고 있다면 채점의 공정성과 객관성을 어떻게 확보할 것인지 철저한 계획 하에 평가를 시행하는 것만이, 평가 결과를 적절하게 분석할 수 있는 핵심적 관건이다. 평가 방법에 관계없이 평가 결과는 양적으로 분석되고 기술되어야 하기 때문이다.

평가 시행으로 얻어질 점수는 특정한 목적으로 사용될 것이다. 그 점수 전체를 그대로 보고하면 그로부터 목적에 적합한 정보를 추출하기가 어려워 질 수 있으므로, 평가 결과 나올 점수는 표준화를 통한 통계적 기법을 활용함으로써 보다 체계적인 해석을 할 수 있고 설명력을 확보 할 수 있다. 그러므로 처음에 평가 계획 하고 준비하는 단계에서 결과로 얻어질 점수를 어떤 방식으로 분석하여 해석할 계획인지까지 수립해 놓을 필요가 있는데, 이 때, 과학교사에게 필요한 평가 전문성은 기본적으로 평가 점수에 대한 통계적인 지식이 필요하다는 점이다.

7) 평가 결과 활용 계획 수립

과학 교사는 학생의 과학 지식 획득정도, 과학적 탐구능력, 과학적 태도에 관한 평가를 수행하기 위한 계획을 세울 때 평가 결과를 어떻게 활용할 계획인지에 대한 고려를 해야 한다.

과학 학습 평가는 일반적인 교육평가 방법에 의해 평가의 용도를 결정하게 된다. 학생의 학습 준비도를 점검하여 보충학습을 처방하고 학생의 학습 동기를 유발 및 유지시켜 주기 위한 진단평가가 있고, 과학 학습 성취도를 측정하여 과학 교수 학습 평가 방법을 개선하기 위한 형성평가, 그리고 과학 교육정책과 제도의 효율성을 판정할 준거로 활용하기 위한 총괄평가 중 평가의 결과를 어떻게

활용할 계획인지 궁극적인 평가 결과의 활용을 염두에 두고 평가 계획을 수립해야 한다.

평가 결과를 활용 범위에 따라서는 평가 결과를 학급 운영 자료로 사용할 수도 있고, 학교에서 학생의 과학 성적 등급을 매기는데 활용할 수도 있으며, 국가적인 차원의 과학 학력 평가일 수도 있다. 또한, 과학 평가 결과를 학부모에게 공개할 것인지의 여부도 계획을 수립하여 평가를 시행할 필요가 있다.

가

계획한 평가를 학생을 대상으로 하여 직접 시행한다. 계획한대로 평가 환경을 조성하고 계획한 평가 일시에 계획한 평가 장소에서 준비한 평가 방법으로 평가를 실시한다.

1) 평가 환경 조성하기

평가 시행 계획에 따라 평가를 실시할 장소와 시간을 확보하고, 주위환경을 정비한 후 필요한 물품을 마련한다.

(1) 가

과학 교사는 지식 평가를 시행할 평가 장소, 평가 준비물, 평가 주위 환경, 평가 시간을 합당하게 선정하고 준비할 수 있어야 한다.

가) 지식 평가 장소 선정하기

과학과 지식 평가는 대부분 교실 수업에서 진단 평가, 형성 평가, 총괄 평가로 이루어진다. 때로는 실험실에서 이루어질 수도 있다.

나) 지식 평가 준비물 선정하기

해당 과학 지식에 대한 평가 문항 중에서 평가 종류에 합당한 형태의 문항과 문항수를 선정한다. 예를 들어, 단원 수업 전의 준비 단계에서 이루어지는 진단 평가의 경우에는 1~2 문항이 적합하다. 수업 중에 이루어지는 형성 평가의 경

우는 녹음기나 비디오 등 합당한 것을 선정하여야 한다.

다) 지식 평가 주위 환경 조성하기

진단 평가의 경우에는 진단 평가 목적을 학생들에게 알려줌으로써 진지하게 진단 평가에 임하도록 주위 환경을 조성하도록 한다. 또한 형성 평가의 경우에도 학생의 학습을 돕기 위한 평가임을 알려줌으로써 진지하게 형성 평가에 임하도록 주위 환경을 조성한다. 총괄 평가의 경우는 대부분 해당 단원의 학습 성취도를 평가하기 때문에 진단 평가나 형성 평가와는 다르게 학생들의 부정행위를 하지 못하도록 평가 시행 전에 주의를 주어 공평한 평가가 되는 환경을 조성하여야 한다.

라) 지식 평가 시간 조절하기

진단 평가는 학생들의 해당 단원에 관련된 사전 지식을 파악하기 위해 실시하는 것이므로 수업 전에 짧은 시간동안 평가한다. 형성 평가는 수업 과정 중에 상황에 따라 교사가 수시로 실시한다.

(2) 가

과학 교사는 탐구 능력 평가를 시행할 평가 장소, 평가 준비물, 평가 주위 환경, 평가 시간을 합당하게 선정하고 준비할 수 있어야 한다.

가) 탐구 능력 평가 장소 선정하기

과학 교사는 교실, 실험실 등 평가하고자 하는 탐구 능력 측정이 가능한 장소를 선정할 수 있어야 한다. 예를 들면 토론을 통한 탐구 능력 평가에서는 소그룹 협동 학습을 위한 테이블을 만들 수 있는 장소를 선정하여야 한다. 실험 수행을 통한 탐구 능력 평가에서는 조별로 실험할 수 있는 실험실을 선정하여야 한다.

나) 탐구 능력 평가 준비물 선정하기

교실에서 이루어지는 탐구 능력 평가 준비물은 인터넷 등을 이용하여 다양한 자료의 수집이 가능하도록 웹 서버 환경이 갖추어진 컴퓨터, 시범 실험을 제시할 수 있는 실물 화상기 등의 기자재들을 확보하여야 한다. 또한 자료 해석을 통한 결론 도출이나 일반화를 할 수 있는 자료들이 들어있는 도서들을 선정하여

야 한다.

평가 전문성을 갖춘 교사는 실험실에서 이루어지는 탐구 능력 평가가 합당하게 이루어지도록 준비물을 철저히 준비하여야 한다. 과학 탐구 능력 평가는 대부분 실험실에서 이루어지기 때문에 실험에 필요한 준비물들을 선정하는 일은 매우 중요하다. 조별 탐구 활동으로 진행되는 경우가 대부분이므로, 교사는 모든 조원이 협동하여 활동하고 평가받을 수 있도록 양적 또는 질적으로 충분한 준비물들을 제공하여야 한다.

다) 탐구 능력 평가 주위 환경 조성하기

교실 또는 실험실에서 이루어지는 탐구 활동은 조별 토론으로 진행되거나, 학급 전체 토론으로 이루어질 수도 있다. 이 때 학생과 학생 간, 또는 학생과 교사와의 상호 작용이 활발하게 이루어지도록 하기 위하여, 교사는 학생 중심의 토론이 진행될 수 있는 개방적이고 적극적인 분위기를 조성하여야 한다. 이질 집단으로 구성된 조별 탐구 실험에서 토론의 진행이 특정 학생에게 편중되는 경우에는 교사가 각 구성원의 역할이 잘 수행되도록 분위기를 만들어야 한다.

라) 탐구 능력 평가 시간 조절하기

탐구 실험 과정 중에 특정한 탐구 요소가 계획한 평가 시간보다 많이 지체될 경우가 나타날 수 있다. 이러한 경우에 교사는 측정하고자 하는 탐구 요소에 크게 영향을 주지 않는 과정을 삭제 또는 단축하면서 탐구 능력 평가 시간을 알맞게 조절하여야 한다.

(3) 가

과학 교사는 태도 평가를 시행할 평가 장소, 평가 준비물, 평가 주위 환경, 평가 시간을 합당하게 선정하고 준비할 수 있어야 한다.

태도 평가는 필요에 따라 교실 뿐 만 아니라 실험실에서도 가능하다. 평가 전

문성을 갖춘 교사는 해당 과학 단원에 합당한 태도 평가를 위한 설문지 문항을 선정하여야 한다. 또한 해당 탐구 실험 수행 평가에 합당한 실험 태도 측정을 위한 문항을 선정하여야 한다. 교사는 항상 학생들에게 태도 평가의 목적을 알려줌으로써, 태도 평가에 성실히 임하도록 분위기를 조성하여야 한다. 해당 과학 단원에 대한 학생들의 태도 변화를 측정하고자 하는 평가는 해당 단원의 수업 전과 수업 후에 실시한다. 과학 실험에 대한 태도 평가는 실험 과정 중에 이루어지므로 실험의 진행에 방해가 되지 않는 범위 내에서 짧은 시간 동안 수시로 이루어지도록 한다.

2) 평가 실시하기

평가 환경에서 실제로 학생들을 대상으로 평가를 실시한다. 과학 학습 평가 실시 단계인 만큼 학생들의 학습 정도를 평가 목표에 맞고 학습증진에 기여하는 평가를 실시하기 위해 최선을 다한다.

(1) 가

과학 교사는 교실, 실험실 및 학생 상황을 고려하여 과학 지식 평가 전에 학습 목표 및 적절한 안내를 제공해 주고, 평가과정을 적절히 조절할 수 있어야 하며, 평가하는 과정에서 얻어지는 학생들의 다양한 지식에 대한 자료를 체계적으로 수집하고 정리해야 한다.

가) 지식 평가 안내 제공하기

학생의 학습을 도울 뿐만 아니라 교사의 교수 전략에 절대적으로 필요로 하는 해당 과학 지식에 대한 학생들의 오개념 또는 사전 지식을 알아내는 해당 수업 전에 실시하는 진단 평가는 대부분 실험실 보다 교실 수업에서 이루어진다. 이러한 진단 평가는 학생들의 학습을 돕는 것이 목적임을 반드시 학생들에게 주지시킬 필요가 있다. 선택형뿐만 아니라 서술형의 형태가 많이 사용되는 진단 평가에서, 교사는 학생들에게 평소 그들이 가지고 있는 해당 지식 내용을 질적으로 잘 표출하도록 친절하게 안내해 주어야 한다.

최근에 중요하게 대두되는 수업 과정에서 이루어지는 과학 지식에 대한 형성

평가는 엄밀히 수업 과정과 평가가 혼합된 형태인 경우이다. 즉 교사와 학생 또는 학생과 학생 사이에 상호 작용이 이루어지는 학생들의 교실 수업 과정을 관찰하거나 면접을 통해 평가가 이루어지므로, 평가 절차나 유의점 등을 미리 안내해 주어야 한다. 학생들에게 이미 설정해 놓은 평가 목표, 평가 절차, 채점 기준에 대한 구체적인 정보를 친절하게 제공해 주는 경우가 좋을 수도 있다.

학생들의 과학 학습의 결과를 평가하는 중간고사 또는 기말고사의 경우는 필요한 경우 해당 평가에 대한 안내를 해 주어야 한다.

나) 지식 평가 조절하기

수업 과정에서 평가가 함께 이루어지는 과학 지식에 대한 형성 평가의 경우, 교사와 학생 또는 학생과 학생 사이에 상호 작용이 이루어지는 학생들의 교실 수업 과정을 관찰하거나 면접을 하는 과정에서, 교사는 질문의 내용, 수준, 순서, 소요 시간, 제시 상황 등을 수정하거나 변경할 수 있어야 한다. 다시 말하면, 평가를 하면서 이미 계획한 수업 전략을 보다 합당하게 조절할 수 있어야 한다.

다) 지식 평가 증거 수집하기

수업 과정에서 평가가 함께 이루어지는 과학 지식에 대한 형성 평가의 경우, 교사와 학생 또는 학생과 학생 사이에 상호 작용이 이루어지는 학생들의 교실 수업 과정을 관찰하거나 면접을 하는 과정에서 얻어지는 결과물들은 양적 또는 질적으로 매우 방대하다. 평가 전문성을 갖춘 과학 교사는 이러한 증거들을 지필 쪽지, 보고서, 비디오테이프, 녹음테이프 등 다양한 방법으로 수집할 수 있어야 한다.

라) 지식 평가 증거 선택·정리하기

평가를 실시한 후에 수집되는 증거물들은 대부분 양적·질적으로 다양하고 방대하기 때문에, 해당 과학 지식에 필요한 증거물들만을 선택하고 정리할 수 있어야 한다.

(2) 가

과학 교사는 교실, 실험실 그리고 학생 상황을 고려하여 과학 탐구 능력 평가를 하기 전에 학습 목표 및 적절한 안내를 제공해 주고, 평가를 수행하는 도중에 평가 과정을 적절히 조절할 수 있어야 하고, 평가하는 과정에서 얻어지는 학생들의 다양한 탐구 능력에 대한 증거들을 체계적으로 수집할 수 있어야 하고, 합당하게 선택하여 정리할 수 있어야 한다.

가) 탐구 능력 평가 안내 제공하기

탐구 능력은 대부분 실험 수행 평가의 형태로 이루어진다. 따라서 실험 수행 평가에 우선되는 실험 학습 목표에 대한 안내를 제공해 주어야 한다. 이를 토대로 학생들은 능동적으로 실험 수업에 참여하게 되고, 학생이 중심이 되는 적극적인 탐구 실험 활동이 이루어지게 되는 것이다. 이러한 활동이 실험 보고서에 표출되어 학생들의 탐구 능력이 평가된다.

나) 탐구 능력 평가 조절하기

사전에 계획한 탐구 능력 평가 절차를 중심으로 하되, 교사는 실험 과정을 관찰하면서 평가 항목을 수정하거나 삭제 및 첨가하여야 한다. 또한 학생들이 진행하는 탐구 실험 결과를 보면서, 실험 후 제출하는 실험 보고서에 대한 채점 기준을 수정·보완할 수 있어야 한다.

다) 탐구 능력 평가 증거 수집하기

실험 수업 과정에서 이루어지는 탐구 능력에 대한 평가의 경우, 교사와 학생 또는 학생과 학생 사이에 상호 작용이 이루어지는 학생들의 실험 수업을 관찰하는 과정을 통하여 계획한 탐구 능력 요소가 잘 반영된 증거들을 수집하여야 한다. 뿐만 아니라, 평가 전문성을 갖춘 과학 교사는 계획하지 못했던 학생들의 탐구 능력 평가의 증거들도 놓치지 말고 수집할 수 있어야 한다.

라) 탐구 능력 평가 증거 선택·정리하기

평가를 실시한 후에 수집되는 증거물들은 대부분 양적·질적으로 다양하고 방대하기 때문에, 해당 과학 탐구 능력에 필요한 증거물들만을 선택하고 정리할 수 있어야 한다.

(3) 가

과학 교사는 교실과 학생 상황을 고려하여 과학에 관한 태도 평가를 하기 전에 적절하고 합당한 안내를 제공해 주고, 평가를 수행하는 도중에 평가 과정을 적절히 조절할 수 있어야하고, 평가하는 과정에서 얻어지는 학생들의 다양한 과학에 대한 태도에 대한 증거들을 체계적으로 수집할 수 있어야 하고, 합당하게 선택하여 정리할 수 있어야 한다.

3) 과학교육평가 시행시의 유의점

과학 교사는 과학 교육 평가 시행 과정에서 발생할 문제들에 대비하기 위해 구체적으로 예측할 능력을 갖추어야 한다.

어떠한 과학교육평가 방법이든지 교육 과정의 결과에 대한 유용한 정보를 제공하고 학습의 결과에 영향을 주는 제반 요인들의 규명을 통하여 교수·학습의 계획에 도움이 되어야 한다. 그러기 위해서 과학교사는 학생의 능력을 정확하고 동등하고 공정하게 평가할 수 있도록 적절한 방법으로 평가를 시행하는 데에 필요한 사항들을 고려하고 그 내용을 이해하고 있어야 한다. 따라서 과학교육평가 과정에서 고려되어야 할 사항은 다음과 같다 (교육인적자원부, 1997).

- 과학에서 다루는 학습내용 또는 개념들은 서로 간에 위계를 형성하고 있어 내용 또는 개념 요소들이 어떻게 조직되어 있는지를 분석하여 체계화하여야 한다.
- 학생 스스로 탐구 과정을 통하여 개념이나 원리를 획득하도록 하기 위해서 하나의 활동으로부터 일어날 수 있는 행동의 변화를 여러 측면에서 접근할 수 있도록 교수·학습 과정에서 어떠한 행동 요인을 학습자에게 부과할 것 인지를 미리 결정하도록 하여야 한다.
- 학습 과제 속에 포함된 내용 요소의 관계, 내용 요소와 행동 요인과의 관계를 명확히 하기 위하여 이원 분류표를 활용한다.
- 모든 학습 활동이 과학 교육적으로 의미 있고, 관찰될 수 있으며 평가될 수 있게 교수 목표를 명확히 하고 명시적인 행동 용어로 진술하여야 한다.

- 상세한 교수 목표에 따라 학습자의 목표 도달 정도를 측정하는 데 가장 적절한 과학 학습 평가 방법을 설정하여야 한다.
- 학습자가 성취한 수준을 정확히 측정할 수 있는 과학 평가 도구를 구체화한다. 이 평가 도구는 지식 또는 개념의 획득 정도뿐만 아니라 탐구능력, 실험 기구의 조작 능력, 과학적 태도의 변화까지 측정할 수 있어야 한다.
- 평가 문항이 설정된 교수 목표와 평가 목표에 적합한지를 검토하여야 한다.

가

과학 교사는 평가 결과의 정확성을 보장하는 절차를 수립하고 이를 상세히 기술하는 데에 필요한 점수 척도, 통계 등에 관한 지식을 갖추어야 한다. 또한 채점 오류와 오류의 원인 수정을 점검하는 데에 필요한 지식도 갖추어야 한다.

과학 교육에서 이루어지는 평가는 크게 객관식이나 단답식 문항 위주의 전통적인 평가 방법과 학습의 모든 과정이 평가되는 대안적 평가 방법으로서의 수행 평가로 구분할 수 있다. 전통적 평가 방법과 수행 평가 모두 평가 결과를 객관적으로 분석하여 학생과 학부모에게 정확하게 보고할 수 있는 수준으로의 자료 처리가 필수적이다. 객관식 문항 위주의 전통적 평가 방법은 채점 과정에서의 주관성은 거의 나타나지 않기 때문에 채점이 이루어진 자료들을 평가 목적에 적합하게 재구성하여 학생 개개인의 경향 또는 학생 집단의 전체적 경향을 잘 드러낼 수 있는 자료 처리 방법을 선택하는 것이 중요하다. 반면, 채점 과정에서의 주관성 여부가 문제로 제기될 수 있는 수행 평가에서는 채점의 공정성과 객관성을 확보하는 것이 평가 결과의 적절한 자료 처리를 위한 핵심적 관건이다.

평가 방법이 전통적 객관식 문항 위주이던 수행 평가 방법이던 간에 상관없이 궁극적으로는 평가 결과는 양적으로 분석되고 기술된다. 따라서 먼저 과학 평가 자료 처리를 위해 학생들의 평가 점수에 대한 기초적 통계 방법 중 학교에서 빈번히 활용될 수 있는 것 위주로 제시하기로 한다. 다음으로는, 평가가 이루어진 후 평가에 활용된 문항의 질을 교사가 분석할 수 있는 방법들에 대해서도 설명하기로 한다. 마지막으로 수행 평가 자료의 기록과 채점에서의 객관성 확보를 위한 방법들에 대해 설명하는 것으로 과학 평가 자료 처리에 대한 내용을 마무리하고자 한다.

1) 평가 결과 자료 처리를 위한 기초적 통계 방법 숙지

과학 교사는 점수 전체의 특성을 요약하여 보여주는 기초적 통계 개념과 기법을 숙지하여 활용할 줄 알아야 한다.

평가를 시행하고 얻어진 결과, 즉 점수는 특정한 목적을 위해 사용된다. 그런데, 결과 점수 전체를 그대로 보고한다면 그로부터 목적에 적합한 정보를 추출하는 것은 쉽지 않다. 따라서 평가 점수를 보고하는 사람은 점수 전체의 특성을 요약하여 보여주는 작업이 필요하며 이를 위해 다양한 통계적 개념과 기법을 활용하게 된다.

2) 교수-학습 개선을 위한 평가 문항 분석

과학 교사는 교수-학습 개선을 위해 평가 문항을 분석할 수 있어야 한다.

시험을 치루고 난 후 교사의 교수법 향상과 학생의 학습 향상을 위해 시험 결과 및 문항을 분석하여 교수-학습에 피드백하는 과정이 필요하다. 예를 들어 중간고사에서 학생들의 과학 성적이 전반적으로 좋았으나, 전체의 운동 관련 문항들에서만 성적이 낮았다면 이 영역에 대한 교수-학습 방법을 개선할 필요성이 제기될 것이다. 또한, 문항 분석을 통해 평가 결과를 보다 타당하게 해석하는 것이 가능해진다. 예를 들어, 시험을 본 학생들의 성적이 전반적으로 낮은 경우 시험의 신뢰도도 매우 낮게 나타났다면 이는 시험 문항 자체에 문제에서 기인했을 확률이 크다. 또한, 시험을 치루고 그 결과를 분석하여 저장해 놓음으로써 문제은행을 개발, 운영하기 위한 기초 자료로서의 역할을 하게 된다. 마지막으로 교사들이 문항을 분석함으로써 평가에 대한 전문성을 높일 수 있게 된다. 문항 분석의 다양한 측면은 다음과 같이 정리된다.

(1)

과학 교사는 교수-학습 개선을 위해 평가 문항의 난이도를 분석할 수 있어야 한다.

문항의 어렵고 쉬움의 정도는 난이도 지수로 표현하는데, 역사적으로 2가지 난이도 지수가 사용되어진다. 하나는 문항에 오답을 한 학생 수의 전체 학생 수에 대한 비율이다. 이 지수가 높을수록 문항을 틀린 학생이 많은 것이고 따라서 문항이 어려운 것이다. 다른 하나는 문항에 정답을 한 학생 수의 전체 학생 수에 대한 비율이다. 이 지수가 높을수록 문항을 맞은 학생이 많은 것이고, 따라서 문항이 쉬운 것이다. 예를 들어, 100명의 학생들이 시험을 치루었고, 1번 문항을 맞은 학생이 40명이라면, 첫 번째 방법에 의한 1번 문항의 난이도 지수 값은 0.60이고, 두 번째 방법에 의한 난이도 지수 값은 0.40이 된다. 대부분 두 번째가 난이도 지수로 사용되는데, 이 지수의 단점은 ‘난이도 지수가 높다는 것은 문항이 쉽다는 것’을 의미하게 되므로 개념적으로 혼란스럽다는 점이다.

난이도를 이용하여 문항을 분석할 때 난이도는 시험 자체와 시험을 치른 학생 집단의 능력에 의해 결정됨을 염두에 두어야 한다. 따라서 ‘이 문항의 난이도는 0.63이다’라고 표현하는 것보다 ‘특정 집단에게, 이 문항의 난이도는 0.63이다’라고 표현하는 것이 정확한 표현이다. 각 문항마다 구해지는 난이도는 변별도와 직접적으로 연관됨으로써 문항을 선제하거나 수정 시에 필요한 정보를 제공하게 된다.

(2)

과학 교사는 교수-학습 개선을 위해 평가 문항의 변별도를 구할 수 있어야 한다.

문항의 변별도란 문항이 능력의 높고 낮은 학생과 낮은 학생을 변별해 내는 정도를 의미한다. 즉, 능력이 높은 학생들은 문항을 맞히고 능력이 낮은 학생들은 문항을 틀렸을 때 그 문항은 학생들을 능력에 따라 변별하는 기능이 높은 것이고 따라서 문항의 질이 높다고 할 수 있다. 그런데, 반대의 경우로 능력이 높은 학생들은 문항을 틀리고 능력이 낮은 학생들은 문항을 맞혔다면 그 문항은 변별력이 낮은 것이고 좋지 않은 문항에 해당된다. 극단적인 예로, 능력이 높은

학생이나 능력이 낮은 학생이나 모두 다 문항을 틀리거나 또는 다 맞았다면 그 문항의 변별도는 0이 된다.

이를 난이도와 연결시켜 설명하면, 문항이 너무 쉬워서 모두 다 맞힐 수 있거나 또는 너무 어려워 아무도 맞힐 수 없다면 그 문항의 변별도는 0이 된다. 따라서 중간 정도의 난이도를 가진 문항의 변별도가 난이도가 아주 높거나 낮은 문항의 변별도보다 높게 된다.

변별도 지수를 구하는 방법으로 상-하위 집단을 나누어 상위 집단에서 문항을 맞힌 학생의 비율과 하위 집단에서 문항을 맞힌 학생의 비율의 차이를 사용할 수 있다. 학생의 능력이 높고 낮음에 대한 기준으로는 시험의 총점수를 사용한다. 변별도 지수를 구하는 방법은 다음과 같다.

- ㄱ. 시험의 총 점수에 근거해 전체 학생의 상위 27%를 상위 집단으로 규정하고 하위 27%를 하위 집단으로 규정한다.
- ㄴ. 상위 집단 중 해당 문항에 정답을 한 학생의 수를 상위 집단 학생의 수로 나누어 상위 집단에서 문항에 정답을 한 학생의 비율을 구한다.
- ㄷ. 하위 집단 중 해당 문항에 정답을 한 학생의 수를 하위 집단 학생의 수로 나누어 하위 집단에서 문항에 정답을 한 학생의 비율을 구한다.
- ㄹ. ‘ㄴ’에서 구한 비율에서 ㄷ에서 구한 비율을 빼서 최종적으로 변별도 지수를 구한다.

‘ㄱ’의 과정에서 상위 및 하위 집단을 규정하기 위해 동일한 %를 사용해야 하지만 반드시 27%를 사용할 필요는 없다. 즉, 25%, 40%를 사용해도 변별도 지수를 해석하고 활용하는 데 아무 문제가 없다. 그러나 일반적으로 33% 이상을 사용하는 것은 지양해야 한다. 학생의 능력을 상, 중, 하 세 단계로 나눌 때, 총 점수에 의거하여 균등하게 33%로 나눌 수 있는데, 여기서 중급의 33%에 해당하는 학생들이 문항을 맞거나 틀리는 경우는 상급 및 하급의 학생들에 비해 일관성이 떨어진다. 따라서 중급에 속하는 학생들을 상위 및 하위 집단에 포함하지 않고 변별도 지수를 구하는 것이 일반적이다.

변별도 지수로 상관 계수를 사용할 수도 있다. 즉, 총 검사 점수와 문항 점수 사이의 상관 계수로 적용시키면 되는데, 상관 계수가 양의 값으로 높게 나타난다면 능력이 높은 학생들이 그 문항을 맞히기 쉬운 것으로 해석되어 변별력이

높은 문항이 된다. 또 총 검사 점수와 문항 점수 사이의 상관 계수가 음의 값으로 높게 나타난다면 능력이 높은 학생들일수록 그 문항을 맞히기 어려운 것으로 해석되어 변별력이 낮아 수정되어야 할 문항이 된다. 또한, 문항이 너무 쉬워 능력에 상관없이 모든 학생들이 다 맞힐 경우, 그리고 문항이 너무 어려워 능력에 상관없이 모든 학생들이 다 틀릴 경우, 그 문항의 상관 계수는 0이 될 것이다.

(3)

과학 교사는 교수-학습 개선을 위해 평가 문항의 답지 반응 분포를 분석할 수 있어야 한다.

선다형 문항은 문항의 난이도, 변별도에 더해 답지 반응 분포를 통해 문항의 질을 점검한다. 선다형 문항의 오답지는 문항이 재고자 하는 능력을 가지지 못한 학생이 정답을 선택하지 못하게 하는 기능을 한다. 즉, 능력이 없는 학생이 보았을 때 정답인 것처럼 보이는 매력을 가지고 있어야 한다. 전체 학생 중 오답을 선택한 학생들의 비율을 구해 오답의 매력도를 점검하게 된다. 오답별로 선택한 응답 비율을 구해 비율이 저조할 경우 오답의 매력도가 떨어지므로 수정이 필요하다.

또한, 오답의 선택 여부와 총 검사 점수 간의 상관 계수를 이용하여 오답의 질을 판단할 수도 있다. 오답은 능력이 높은 학생보다는 능력이 낮은 학생들이 선택해야 바람직하다. 즉, 오답과 총 시험 점수와의 상관관계는 음수여야 정상이고 양수로 나타날 경우 오답이 비정상적인 기능을 수행한 것으로 수정이 필요하다.

3) 수행 평가 자료의 기록과 채점

과학 교사는 관찰된 수행 자료를 객관적이고 정확하게 관찰하고 기록하고 점수화해야 한다.

수행 평가의 기본 원리는 평가자의 관찰과 판단을 중요시한다는 점이다. 따라서 평가자의 관찰 기술에 따라 평가의 신뢰성이 좌우된다. 학교 교육에서 평가자의 역할은 대개의 경우 교사의 임무이므로 교사의 수행 평가 자료의 기록과

채점에 대한 전문성은 수행 평가 성패의 최대 관건이다. 이 절에서는 수행 평가 자료를 객관적이고 정확하게 관찰하고 기록하는 방법과 이들 기록을 바탕으로 타당한 점수를 부여하는 채점 방법들을 제시하고자 한다.

(1)

과학 교사는 관찰된 수행 자료를 객관적이고 정확하게 기록해야 한다.

수행 평가에서 관찰한 내용을 기록하는 데 어떤 방법을 이용하느냐에 따라 평정법, 체크리스트, 일화기록법, 암기법 등이 있다.

가) 평정법

보통 리커트 척도라고 알려진 평정법은 평가자가 주어진 문항들을 일정한 연속선상의 한 점이나 의미 있게 배열된 몇 개의 범주들 가운데 하나에 위치시켜 평가 대상의 속성이나 가치를 평정하는 방법이다. 평정법은 대개 3, 5, 7, 9단계를 사용하는 것이 보통이나 가장 빈번하게 활용되는 것은 5단계와 7단계다.

평정법은 학습의 발달 과정이나 학생의 수행 절차에 대한 평가는 물론 학습의 결과로서 만들어 낸 각종 결과물에 대해 폭넓게 활용할 수 있다. 학습의 과정을 평가할 때와 학습 결과를 평가할 때 모두 평정법을 활용할 수 있다. 과학에서 실험 장치를 조작하는 능력, 과학과 관련된 사회 문제에 대한 토론에 참여하는 정도 등은 평가의 대상이 되는 산출물 대신 수행을 통해 상세하게 나타내어진다. 이런 능력은 선택형이나 단답형 검사로 평가하기에는 적절하지 못하며 평정법을 가지고 수행에서 사용된 과정이나 절차를 관찰하여 판단하는 것이 적절하다. 과학 관련 사회 문제에 대한 토론 수업에서의 학생들의 참여 정도를 평정법으로 기록한 예는 다음과 같다.

모둠별 토론 수업의 참여를 얼마나 적극적으로 하는가?

매우 소극적	소극적	보통	적극적	매우 적극적
1	2	3	4	5

평정법은 평가자가 대상을 정확하고 객관적으로 관찰하고 판단할 수 있다는 가정에 기초한다. 그러나 채점자는 실제 행동이 아닌 기억된 행동이나 지각된 행동에 의해 평정하므로 여러 가지 오류를 범할 수 있다. 평정자의 오류로는 집중화 경향의 오류, 인상의 오류, 논리적 오류, 표준의 오류, 대비의 오류, 근접의 오류 등이 있다.

집중화 경향의 오류는 평정이 가운데로 자주 모이는 경향으로 훈련이 부족한 채점자가 자주 범하는 오류다. 이런 오류는 주로 극단적 판단을 꺼리는 인간 심리와 평정 대상을 정확히 파악하지 못하는 데 근거하며 이를 해결하기 위해 홀수 단계의 점수 대신 짝수 단계의 점수를 사용하기도 한다.

인상의 오류는 평정 대상이 갖는 특정 인상이 다른 특성에도 영향을 주는 것으로 평정 특성이 분명하지 않거나 쉽게 관찰할 수 없는 경우에 나타난다. 이를 해결하려면 모든 대상에 대해 한 번에 한 가지 특성만을 평정하거나 한 페이지에 한 가지 특성만을 평정하게 하는 것 등을 사용할 수 있다.

논리적 오류는 전혀 다른 두 가지 행동 특성을 비슷한 것으로 생각해 평정하는 오류로서 ‘실험실에서 동료 실험자와 이야기를 많이 하면 실험을 제대로 수행하지 않는 것’으로 판단하는 예가 해당된다. 이를 극복하려면 객관적 자료나 관찰을 통해 행동 특성을 정확히 변별해야 한다.

표준의 오류는 평가자가 표준을 어디에 두느냐에 따라 생기는 오류로 7단계 평정에서 어떤 평가자는 3을 또 다른 평가자는 5를 표준으로 삼을 수 있다. 이때 나타나는 결과는 표준이 다르므로 서로 상치된다. 따라서 평가자 간 척도에 대한 개념을 확인함으로써 평정 항목에 대한 평가자 간 차이를 줄여야 한다.

대비 오류는 평가자가 가진 특성이 평정 대상에게 나타날 경우 높은 가치를 부여하지 않고 평가자가 갖지 못한 특성이 평정 대상에게 나타날 경우 높은 가치를 부여함으로써 사실보다 과대 또는 과소평가하게 되는 오류를 말한다. 이를 방지하기 위해서는 평가자가 최대한 중립적이고 객관적인 시각을 유지하는 마음가짐이 필요하다.

근접의 오류는 시공간적으로 가깝게 평정하는 특성 사이에 상관성이 높아지는

현상으로 예를 들어 같은 페이지에서 평정되는 특성이 다른 페이지에서 평정되었을 경우보다 상관이 더 높게 나타나는 경향을 의미한다. 이를 해결하기 위해 비슷한 성질을 띤 평정은 시공간적으로 간격을 두고 한다.

나) 체크리스트 법

체크리스트는 관찰하려는 행동 단위를 미리 자세히 분류하고 이것을 기초로 그런 행동이 나타났을 때 체크하거나 빈도로 표시하는 방법으로 외형적으로는 평정법과 유사하나 요구되는 판단의 형식에 있어 차이가 있다. 평정법은 어떤 특성이나 특징이 나타난 정도 또는 어떤 행동이 발생한 빈도를 표시할 수 있지만, 체크리스트는 단순히 “예/아니오” 판단만을 요구하는 경우가 많다. 따라서 발생의 빈도나 정도가 중요한 요소가 되는 평가의 경우에 체크리스트를 사용해서는 안 된다.

체크리스트는 복잡한 평정이 그다지 필요하지 않고 평가자가 경험이 적을 경우 적합한 방법이다. 과학 교육에서 체크리스트가 활용되는 경우는 수업 목표의 달성 여부, 실험 기능의 숙달 여부, 과학 태도 등 정의적 영역, 과학적 행동, 과제 시행 시 과정상의 절차, 과학 작품 등이 있다.

체크리스트의 단점으로는 교사가 수업 시간을 방해받지 않고 체크리스트를 사용하는 것이 쉽지 않다는 점, 학생들이 보이는 태도나 행동의 구체적 특성이나 과정을 나타낼 수 없다는 점, 사용하는 데 시간이 많이 걸리는 점 등을 들 수 있다.

다) 일화기록법

일화기록법은 학생들의 학습 과정을 관찰하여 사실적이고 정확하게 기록하는 간단하고 편리한 방법이다. 이는 체크리스트나 평정법으로 얻은 평가 자료를 보완한다. 일화기록법은 발생하는 사건, 행동 현상에 대해 언어적으로 묘사하는 방법이므로 관찰 대상이 되는 사건을 사실적으로 기술해야 한다. 따라서 평가 대상을 그 사람의 입장에 서서 구체적으로 관찰함으로써 질적으로 기술하려는 노력이 필요하다.

일화기록법은 발생하는 수행 내용을 간략하게 기술하는 것이므로 예상하지 않은 행동이 발생할 때 특히 유용하게 활용될 수 있다. 그러나 일화 기록법이 아무리 유용하더라도 학생의 모든 행동을 관찰하고 기록할 수 없기 때문에 평가자가 미리 무엇을 평가해야 하는가에 대해 고려해야 한다.

일화 기록법의 장점으로는 무엇보다도 학습 결과에 대한 다양한 자료를 얻을 수 있다는 점이다. 또한, 예측하지 못한 행동이나 태도를 관찰할 수도 있다. 특

히 매우 어린 학생이나 기본적 의사소통이 어려운 사람들에 대한 정보 수집에 유용하게 활용될 수 있다. 그러나 적절한 기록 체제를 유지하는 데 많은 시간이 필요하고 특히 일화를 요약하고 기록을 축적하는 데 많은 시간과 노력이 들어간다는 단점이 부각된다. 또한, 학생의 행동을 관찰하고 적을 때 평정자의 주관적 판단이 개입될 여지가 많기 때문에 기록의 객관성 차원의 문제가 제기될 가능성이 있다.

(2) 가

과학교사는 수행 자료를 객관적이고 정확하게 채점하여 정량적으로 점수화할 수 있어야 한다.

수행 평가의 성패를 좌우하는 핵심 쟁점은 바로 채점의 객관성 확보다. 수행 평가에서의 학생 응답은 매우 다양할 뿐만 아니라 정답과 오답을 명확하게 구분할 수 없는 경우가 많기 때문에 학생의 응답에 어떤 점수를 부여할지 결정에 어려움이 발생한다. 채점에 있어서의 이러한 문제점을 최소화하기 위해서 수행 평가를 실시하는 교사는 반드시 채점 기준(scoring rubric)을 작성하여 채점 시 발생하는 오차를 최소화하려는 노력을 기울여야 한다.

채점 기준은 수행 평가의 대상이 되는 수행이나 산출물의 질을 구분하기 위한 것으로 명확하게 개발된 채점 기준만이 채점하는 사람이 누구냐에 관계없이 일관성 있는 평가 결과를 얻을 수 있는 근거가 될 수 있다. 채점 기준의 질에 따라 채점의 타당도와 신뢰도가 좌우되는데, 채점 기준이 구체적일수록 신뢰도는 증가하고 주어진 과제에 한정될수록 타당도는 증가한다. 반대로 채점 기준의 진술이 일반적일수록 신뢰도는 낮아지고, 유사한 과제에 대해 적용 가능성이 높을수록 즉, 적용 범위가 넓을수록 타당도는 낮아진다.

수행 평가의 채점 방법은 총체적 방법과 분석적 방법이 있는데 총체적 채점은 응답을 전반적으로 판단하여 단일 점수를 부여하는 방법으로 서술형이나 논술형 시험에 자주 활용된다. 분석적 채점은 여러 가지 측면을 고려하여 과제를 몇 개의 구성 요소로 나누고 구성 요소 각각에 대해 점수를 부여하여 이들 점수를 총합하는 방법이다.

채점 방법을 선택할지 판단의 준거는 평가 목적, 경제성, 신뢰도가 있다. 우선 평가 목적이 점수 부여와 서열화에 있다면 총체적 방법이 적절한 반면, 평가 목

적이 학생들에 대한 이해와 진단이라면 분석적 방법이 적절하다. 총체적 채점은 분석적 채점보다 채점 시간과 채점자 훈련 시간이 적게 걸린다는 경제적 장점이 있다. 또한 채점 기준을 개발하는 데도 총체적 채점 방법이 더 수월하다. 따라서 경제성을 선택 기준으로 삼는다면 총체적 채점 방법이 바람직하다. 그러나 채점 결과의 신뢰도 측면에서 보면 채점자간 신뢰도가 총체적 채점보다는 분석적 채점에서 더 높게 나타난다. 따라서 신뢰도를 선택 기준으로 한다면 분석적 방법을 선택하는 것이 적절하다.

4) 과학 평가 자료 처리 결과의 보고

과학교사는 평가 결과를 정리하고 학생, 학교, 관련기관, 학부모 등에게 어떻게 보고할 것인지 그 방법을 결정하고 시행에 옮길 줄 알아야 한다.

크게 정량화되어 통계 처리된 객관적 평가 결과를 보고하는 방법과 정성적으로 기술하여 평가 결과를 보고하는 방법으로 구분될 수 있다. 학생들의 평가 결과를 보고할 때 교사들은 다음과 같은 점들을 유의해야 할 것이다.

첫째, 학생의 노력이나 향상 정도가 성적에 반영되었는가?

둘째, 학생에 대한 다양한 평가 결과들 중 어떤 부분에 더 강조점을 두고 판단해야 하는가?

셋째, 학생 평가의 근거가 명확한가? 즉, 교사들은 학생이나 학부모는 평가 과정과 방법에 대해 명확히 이해하고 있는가를 확인해야 한다.

넷째, 성취 등급의 경계선(borderline)에 있는 학생들의 성적을 확인하였는가? 평가 결과가 학생의 과학 성취 등급을 결정하는 경우, 점수의 경계선(borderline)에 있는 학생들의 처리에 특히 유의해야 한다. 등급 산정의 목적이 진학일 경우 특히 등급의 경계선에 있는 학생들의 성적을 이중으로 확인해야 하며, 등급 산정의 목적이 학생의 성취동기 부여일 경우 등급의 경계선에 있는 학생들의 성적은 가능한 높은 등급으로 정하는 것이 바람직하다.

다섯째, 학생의 평가 결과를 양적으로 기술하지 않고 글(written statements)로써 기술하는 경우, 학생들의 과학 능력에 있어서의 강점과 약점을 구체적으로 명기하였는가? 즉, 학생들의 과학 능력을 통합하여 “과학 성취도가 좋다” 또는 “과학 성취도가 보통이다” 식의 기술이 아닌, “광물을 육안으로 관찰 시 다양한 측면에서 관찰할 수 있었으나, 식물 세포를 현미경으로 관찰 시에는 현미경 조

작 기능에 익숙하지 않아 식물 세포 관찰 결과가 다소 미흡했다” 식으로 과학 지식과 탐구 기능 측면에서 구체적으로 서술한다.

<p>- 가 .</p> <p>- 가</p> <p>- 가 . ,</p> <p>- 가 .</p> <p>- 가 .</p> <p>- “ ” 가 .</p> <p>- 가</p> <p>- 가</p> <p>- 가</p> <p>- 가 .</p> <p>- 가</p>	<p>- .</p> <p>- 가 . ,</p> <p>- 가 .</p> <p>- , , ,</p> <p>- 가</p> <p>- .</p> <p>- 가</p> <p>- .</p> <p>- 가</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------

5) 학생 평가 시행 시 유의점

과학교사는 학생 평가시 공정한 평가 방안을 모색해야 한다.

교사는 학생들을 공정하게 점수매기는 데 대한 부담이 많다(Brookhart, 1993). 교사들이 지니는 평가에 대한 부담은 바람직한 것으로 공정한 평가 방안 모색을 위한 교사 스스로의 연구와 자기 계발로 이어져야 한다. 효과적으로 평가하기 위해 유의해야 할 점을 정리하면 <표 IV-2>와 같다.

가

과학교육 기준이 제시하는 이상에 따르면, 평가는 과학 교육 체제에서 가장 기본적인 피드백이다. 평가 자료를 통해 학생들은 자신들이 교사와 부모의 기대를 얼마나 만족시키고 있는지 알 수 있고, 교사들은 학생들이 얼마나 잘 배우고 있는지 알 수 있으며, 지방 교육청은 교사와 프로그램의 효율성에 대한 정보를 얻을 수 있다. 이러한 피드백은 정책의 변화를 촉구하고, 교사들의 전문성 계발을 인도하며, 학생들이 자신들의 과학 이해를 개선할 수 있도록 격려함으로써 과학 교육 체제의 변화를 유도한다.

평가는 벌을 주는 행동이 아니다. 교사와 학생에 의해 학습이 이루어지는 과정이라 할 수 있다. 좋은 평가 전략은 학생으로 하여금 그들의 강점과 약점을 알도록 도와준다. 나쁜 평가는 성실한 학생에게 실패와 불완전하다는 느낌만 가지게 하는 결과만 낳을 뿐이다. 따라서 반성적인 교사는 학생들이 그들의 성취에 대해 확인하거나 축하할 수 있도록 도와준다. 평가의 과정에서 목적, 작용, 평가들 사이에서 일관성을 유지해야 한다는 개념이 중심이 되는 것이다. 새로운 교사는 단순히 교과 내용 습득을 목표로 하는 것이 아니라 다중의 목적과 일관되도록 수업과 평가하는 법을 배워야 한다.

전문적인 교사는 그들이 설계하는 활동의 상대적인 성공을 판단하는 의무를 받아들인다. 그들은 학생 개인 혹은 학급의 성공과 실패를 모니터링 해야 한다. 그러한 교사는 학생들이 평균적으로 하는 방법에 대한 지식을 사용하여 그들의 수업 전략의 성공을 분석한다. 그들은 수업 지도안과 교재를 신중하게 선택한 평가 도구를 측정했을 때 얻어지는 산출물과 함께 일관성의 개념을 가지게 된다 (Webb, 1997). 따라서 평가 결과를 활용한다는 중요한 의미를 지니게 된다.

과학과 학습의 평가결과를 활용하는 목적은 궁극적으로는 과학과 교사의 전문성을 신장하는 것이겠지만 나아가 학습자들로 하여금 학교 수업에서 자아실현에 기여하며, 과학과 지식, 탐구, 태도에 대한 학습의 성과 및 조건에 대한 정보를 획득하는 것이다. 나아가 과학수업의 개선과도 직접적으로 연결되어 있으며 과학교육의 연구나 정책적 판단의 근거로도 활용할 수도 있다.

이러한 과학과 학습의 평가결과를 활용하는 대상과 범위는 다음과 같다. 먼저 교사의 측면에서는 수업방법의 개선이나 평가 전문성 계발, 학습자에 대한 이해 심화, 교수 학습의 전문성을 심화할 수 있는데 활용될 수 있다. 학습자의 측면에서는 개인별 성취 능력을 판단하거나 자아실현 및 자기 계발의 기반을 이루며

진학 및 진로 선택을 위한 정보를 획득하는데 활용된다. 학부모의 측면에서는 자녀의 학습의 수준을 이해하고 진학이나 진로 선택에 대한 정보를 얻는데 활용할 수도 있다. 교육 정책적 측면에서는 학습자의 성취도에 대한 실태를 파악하고 과학교육의 성과를 분석하거나 과학교육 정책을 개선하는데 활용할 수 있다.

전문성을 갖춘 과학과 교사라면 지식, 탐구, 태도 영역에 대한 평가결과를 학습자와 학부모, 기관에 보고하고 기록하며 학습자의 과학학습을 증진하는 데에 활용할 수 있는 능력을 갖추어야 한다.

1) 평가 결과 통지 및 학습 증진 전략 제공하기

(1) 가

과학 교사는 학습자와 학부모에게 학습자의 과학 학습의 지식 평가 결과와 그에 근거한 학습 증진 전략을 알릴 수 있는 능력을 갖추어야 한다.

학습자와 학부모에게 평가 결과와 학습 증진 전략을 제공하여 학습자 입장에서 지식 평가가 무엇을 위한 것이었고 어떤 결과를 나타내었으며 이후 학습을 위해서는 어떤 노력을 해야 하는지에 대해 교사의 의견을 전달하고 학습자와 함께 공동으로 강점을 조정하고 약점을 보완할 방안을 마련한다.

이는 바로 평가 결과에 관한 의사소통으로서 시험결과에 대해 학생, 학부모, 관련인사, 동료교사 등과 의견을 교환하는 것이다. 이때 과학 교사가 갖추어야 할 능력은 먼저 학생들의 사회 경제적 지위와 같은 배경변인들을 고려해 평가결과를 어떻게 해석해야 하는지를 이해하고 이에 대한 적절한 설명을 할 수 있어야 한다. 그리고 이러한 배경변인이 학생에 관한 평가결과에 제한을 가하는 것이 아님을 설명할 수 있어야 한다. 또한 학부모들과 학생들의 교육적 향상이 어떻게 평가되는 것인지에 관해 의사교환을 할 수 있으며, 평가 결과에 근거해서 의사결정을 내릴 경우에는 측정의 오차가 고려되어야 할 중요성을 설명할 수 있어야 한다. 아울러 다양한 평가방법의 제한점이나 학급 수준, 학교수준, 전국수준의 평가결과의 보고서에 대한 설명을 할 수 있다.

(2) 가

과학 교사는 학습자와 학부모에게 학습자의 과학 학습의 탐구 능력 평가 결과와 그에 근거한 학습 증진 전략을 알릴 수 있는 능력을 갖추어야 한다.

과학 학습의 탐구 기능에는 관찰, 분류, 측정, 예상, 추리, 문제인식, 가설설정, 실험설계, 변인통제, 자료변환, 자료해석, 결론도출, 일반화 등이 있다. 학습자로부터 토의, 실험, 조사, 견학, 과제 연구 등과 같은 다양한 과학 학습 활동을 통하여 이러한 탐구 능력 평가 결과에 대한 정보를 얻었을 경우에는 학습자와 학부모에 알리고 과학 학습 능력을 증진하기 위하여 전략을 제공할 수 있어야 한다. 이와 아울러 탐구 능력의 증진을 위하여 필요한 교수 방법에 대한 정보도 가지고 있어야 하며 활용할 수 있는 능력도 갖추어야 한다.

(3) 가

과학 교사는 학습자와 학부모에게 학습자의 과학 학습의 태도 평가 결과와 그에 근거한 학습 증진 전략을 알릴 수 있는 능력을 갖추어야 한다.

과학 학습의 태도 평가 결과는 과학지식의 평가, 탐구 능력의 평가 결과와 함께 과학 학습의 중요한 평가 요소이다. 학급에서든, 실험실에서든, 체험 학습 등의 학교 안과 학교 밖의 과학 학습에서도 과학 학습의 태도에 대한 평가는 이루어지게 된다. 과학교사는 이에 대한 평가 결과를 학습자와 학부모들이 알게 해야 함은 물론 학습자의 과학학습 태도에서 문제점이 노출되었을 경우에는 이를 개선하고 시정할 수 있는 학습 증진 전략을 알릴 수 있는 능력을 가지고 있어야 한다.

학급에서 이루어지는 과학 학습의 태도 평가는 주로 조별 활동이나 개인별 자료 조사 등의 발표로 이루어지는 경우가 많은 데 이에 대한 피드백은 분명하고도 신속하게 이루어져야 함은 물론 학습자들의 문제점들을 즉각 수정 보완할 수 있는 능력을 갖추어야 한다. 실험실에서 이루어지는 태도 평가는 실험 수업의 다양한 학습 활동에 대한 태도 평가이므로 개인별 탐구 활동은 물론 학습들 사이의 상호작용과도 깊은 관련이 있다. 아울러 학교 밖에서 이루어지는 과학 학습의 형태는 특별 기관 방문이나 캠프 등에서의 체험학습의 형태이므로 다른 학습보다 태도에 대한 평가는 중요하고 피드백 등 그 활용도도 신속하게 이루어져

야 한다. 특히 학교 밖 과학 학습활동의 경우에는 태도 평가 전에도 학습자들의 요구나 수준, 관심 등을 반영하는 절차를 가지고 활용할 수 있어야 하며 평가 후에도 이를 적극 활용할 수 있는 능력이 요구된다. 이를 위하여 수행평가 등에 활용하는 체크리스트를 다양하고 객관성이 있도록 작성할 수 있는 능력이 요구되며 이를 적극적으로 활용할 수 있어야 한다.

2) 격려, 칭고, 촉진, 지원하기

과학 교사는 학습자에게 격려나 칭고 등의 방법으로 학습 동기를 촉진하고 필요한 학습 기회나 환경을 지원할 수 있는 능력을 갖추어야 한다.

과학과 교사는 학습자에게 평가결과와 학습증진 전략을 제공하는 것과 아울러 학습자의 정서적인 측면을 지도하고 학습자가 필요로 하는 환경을 제공하도록 노력해야 한다. 정서적 측면의 지도방법은 학습자가 처한 입장과 평가 결과에 따라 격려나 칭고가 될 수 있다. 이를 위해서는 평소에 학습자의 학습 성장 형태, 학습 환경, 심리적 특성 등에 대한 정보를 수집하여야 한다. 그러한 여러 가지 학습자 배경 정보가 부족한 상태에서 이루어지는 일방적인 의사 전달이 되지 않도록 유의한다.

(1)

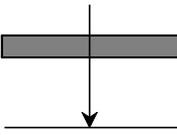
과학 교사는 학습자의 학습능력과 환경을 이해하고 인지적인 측면에서 지원할 수 있는 능력을 갖추어야 한다.

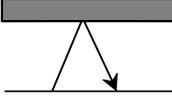
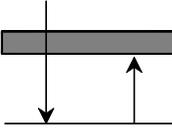
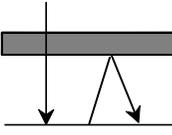
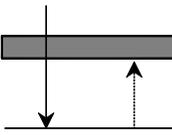
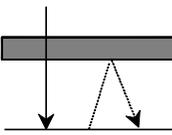
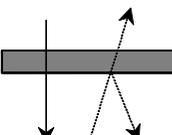
교사들은 평가 결과로 얻어진 데이터를 통해서 학습자들이 가지고 있는 문제점을 쉽게 파악할 수 있다. 특별히 과학의 지식 평가 결과로부터 과학교사는 학습자의 과학 개념의 잘못된 이해나 문제 해결력에서 결점에 대한 정보를 얻을 수 있다. 후자의 경우에 문제 해결력을 증진할 수 있는 방안을 확보하고 지원할 수 있어야 한다. 또한 학습자들에게 과학적 지식에서 잘못된 개념이 있음을 확인한 경우에는 이러한 잘못된 개념을 극복하기 위한 교수-학습 전략을 수립할 수 있어야 한다. 이에 대해서는 탐구학습 모형, 발견학습 모형, 인지 갈등 모형 등 여러 학습 모형이 있다(권재술과 김범기, 1993). 학생 개인 뿐만 아니라 학급

규모의 평가 결과를 보더라도 현저한 수준별 차이를 확인한 경우에는 이에 맞는 전략을 도입해야 함은 당연하다.

전략의 단계로 우선 학생들의 평가 결과로 얻어진 데이터를 모형화 하고 이들의 성향을 분류하는 질적 분석을 수행한다. 이에 대한 한 예로서 지구과학이나 환경교과에서 많이 나오는 ‘온실 효과’를 들 수 있다(Andersson, 2003). 이에 대한 평가 문항은 아주 간단할 수 있으나 학생들의 반응은 학생이 가지고 있는 개념의 수준에 따라 여러 단계로 개념화할 수 있다. 그것들은 낮은 수준(혹은 틀린 단계)에서부터 점차 고도화하여 과학자적 개념으로까지 분화될 수 있으며 이들을 도형화 할 수 있을 것이다. 학생들의 응답을 아래 <표 IV-3>과 같이 분류할 수 있다.

- 3 -

:			.
A			
B		가 가	
C		가 70 가	.

D		가	
E		가 가	 
F	가 () 가(가) (가)	“ ” 가	 
G	()	CO ₂ 가 “ ” 가	   

H			

이와 같은 질적 분석을 통해 학생들의 생각하는 방법을 얻어 수업을 개선하는 아이디어를 얻을 수 있다. 수준에 맞는 전략을 수립하고 필요한 경우 수준별 수업에 대한 수업 계획을 구성하도록 해야 할 것이다. 예로 앞의 분석에서 나타난 유형에서 F형의 경우에 다음과 같은 질문을 통해 수업을 전개할 수 있으며 학생들에게 새로운 학습 안내를 제시할 수 있다. ‘왜 복사는 한 쪽 방향으로만 이루어지고 반대 방향으로 이루어지지 않는가?’ 만일 학생이 열이나 밖으로 나가는 복사가 벽에 부딪혀 멈춘다고 주장한다면 지구가 이미 과열되지 않아야 할지 의심할 이유가 있다. 늘 열로 채워졌어야 했고 수증기나 이산화탄소 같은 온실 기체도 오랫동안 대기 속에 존재해 왔다. 이러한 반대가 정당화됨을 깨닫게 된다면 그 학생은 에너지 보존에 대한 개념을 이해하게 된 것이다.

(2)

과학 교사는 학습자의 심리적 특성과 환경을 이해하고 격려, 충고 등의 정의적인 측면에서 지원할 수 있는 능력을 갖추어야 한다.

과학 교사는 과학 수업 시에 학습자들의 학습 환경이나 심리적 특성을 파악하고 이를 고려한 학습이 되도록 적극 지원해야 할 것이다. 여기에는 물리적인 환경 뿐만 아니라 정의적인 측면에서 교사와 학습자, 학습자와 다른 학습자, 학습자 자신과의 상호작용의 수월성을 파악하고 학습 동기를 촉진해야 할 것이다.

다음은 학급에서 심리적인 환경을 파악하고 학급의 분위기에 대한 정보를 수집할 수 있는 체크리스트의 한 예이다(서혜애 외 2003). 여기 항목에는 학습자 스스로의 행동 유형에 대한 정보 수집뿐만 아니라, 학습자들이 다른 학습자들과의 상호 관계와 상호작용에서 가지는 행동 특성, 그리고 학습자들이 교사와의 상호작용 유형을 파악하는 데 유용하다고 하겠다.

3) 결과 활용 방법

과학 교사는 학생을 평가하기 위해 과학교육평가의 결과 활용 방법에 대한 지식을 갖추어야 한다.

과학교육평가의 가장 중요한 목적 중에 한 가지는 평가 결과를 어떻게 활용하는 것이냐이다. 과학교사는 평가의 과정과 결과에 대한 정보를 통하여, 과학교수 학습목표의 설정 및 수정, 교수방법의 개선, 학생의 필요에 대한 이해, 개인차와 능력차의 이해, 학생들의 선개념과 개념 성취에 대한 이해, 평가 방법 자체의 개선, 과학교육과정개선의 기초 자료 제공, 과학학습 효과의 정도를 결정하는데 도움을 받을 수 있다. 따라서 과학교사는 평가 결과를 활용하는 데에 필요한 지식을 갖추어야 한다. 과학교사에게 중요한 과학교육평가의 결과 활용 방법에 대하여 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

- 과학교사는 평가를 통하여 학생들의 지식수준을 이해할 수 있을 뿐만 아니라 학생들의 선개념이나 잘못된 개념들을 파악할 수 있다. 학생들의 과학수업을 통하여 어떻게 그리고 어떤 과학 개념을 이해했는지를 알 수 있다. 그러므로 이러한 평가 결과를 가지고, 과학교사는 과학수업의 계획 (차후의 수업 계획 포함)과 구성, 수업전략의 작성이나 수정하는데 효율적으로 활용할 수 있다. 아울러, 심화학습이나 보충학습의 여부 결정에도 활용할 수 있다.
- 과학교사는 평가 결과로 얻어진 자료를 통해서 학생들의 탐구능력 (기초 탐구 및 통합탐구 능력)과 실험실습기능 등을 확인할 수 있으므로 과학탐구수업의 방향, 탐구주제, 탐구과제의 형태, 탐구능력평가도구, 발문법 등을 결정하는데 활용할 수 있다.
- 과학교사는 평가결과를 바탕으로 학생의 성취도의 평가나 비교 등에 활용할 수 있으며, 학생들을 격려하거나 충고하는 등 학생지도의 방향을 결정하는데 활용할 수 있다

1					
2	가				
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16	/				
17	가				
18					
19					
20					
21					
22					

· 과학교사는 평가결과를 가지고 학부모 면담이나 동료 과학교사 및 장학사와

의 협의 시에 활용할 수 있다

- 과학교사는 평가결과를 기본으로 과학교육과정의 개편이나 교수의 질의 평가, 과학교육프로그램을 설계하고 개발하는 기초 자료로 활용할 수 있다.

4) 시행된 평가의 평가하기

과학 교사는 평가 계획에서부터 평가 결과의 활용에 이르기까지 평가 전반에 대해 평가가 학습 증진에 기여하고 그 목표와 내용, 방법, 결과 활용 등에서 양호하였는지를 판단할 수 있어야 한다.

과학교사는 학습자 평가를 위한 과학교육과정, 과학교수학습, 과학교육평가, 과학교과 내용에 대한 지식을 가지고 있어야 함은 물론 평가에 대한 계획부터 평가를 시행하고 결과를 분석한 다음 이를 활용할 때까지의 전 과정에 대하여 충분히 파악하고 있어야 한다. 그뿐만 아니라 학습 평가를 활용하기 위한 목표와 함께, 교사, 학습자, 학부모, 관계기관 등이 평가의 활용 범위임을 알고 있어야 한다. 또한 이렇게 진행되는 평가 전반에 걸쳐 학습 평가가 학습자의 학습 능력의 증진을 돕고 학습 평가의 목표와 내용, 방법, 결과 활용이 적절하였는지, 양호하였는지 반성할 수 있고 판단할 수 있어야 한다.

이를 위해서는 교사들의 전문성을 신장하기 위한 연수 프로그램이 필요하며 이에 대한 예를 다음과 같이 들 수 있다. 교사로 하여금 평가 결과를 활용할 능력을 신장하게 하는 전략으로서 교사 연수와 같은 교사 교육과 더불어 예비 교사를 양성하는 사범대학의 교육 중에서, 그리고 교육 실습 과정 중에서 다음과 같은 교육 훈련을 도입할 수 있다.

(1) (, ,)

가) 목적

예비 교사나 피교육자는 학생을 가르치고 수업계획을 작성하는데 수정보완을 위한 정보로 평가 데이터를 사용할 수 있어야 한다.

나) 시간

예비 교사로 하여금 학생들의 반응을 면밀히 조사하고, 반성하고, 보고하도록 한다(소요시간 4-6시간). 이후 지도교사와 보고서를 중심으로 토론하도록 한다(소요 시간 1시간).

다) 배경

전문적 기술을 요구한다는 것은 누군가 자신이 한 일에 대해 엄격하게 평가하고 실행에 대한 기준을 달성하기 위한 성실하게 시도 했는지 문제를 제기해야 하는 요구라고 할 수 있다. 평가에서 학생이 수행한 것들을 모은 결과물은 수업의 기준을 제기하고 설정하는데 사용할 수 있다. 이것이 잘 운영되는 곳에서는 제도적으로 평가 결과의 피드백이 이루어지고 있으며 결과들은 관련 활용자들에게 체계적으로 공유되고 있다. 예비 교사나 교사들은 이 평가 결과로부터 전문적으로 행동하기 위한 기회를 얻게 되므로 그들로 하여금 전문성을 신장하기 위한 교육이 필요하다.

라) 교육내용

- 그들이 수업을 진행하는 동안 임무를 수행할 유용한 시기를 결정한다.
- 수업의 단위나 모듈 중에서 이러한 분석이 가능하고 관찰이 수월한 대상을 결정한다. 최선으로 결정한 경우에는 그 활동에 학생의 평가 반응에 대한 분석을 결합한다.
- 분석이 가능하도록 지침을 제공한다.
- 피교육자들이 연구를 통해 제안한 수정 보고서를 읽고 토론한다.

마) 토론할 사항

일부 교사들은 이러한 방식으로 수업 설계를 기계적으로 수정하는 것에 관심을 가질지도 모른다. 이 활동은 수업에서 학생들의 숙련도, 통찰력, 재주들이 필요함을 없애지 못한다. 이들 없이는 수업 설계는 의미가 없고 다른 교사들이나 학생들에게 거의 도움이 되지 못한다. 학생들의 답변에 점수를 부여하기보다는 연구 목적으로 심각하게 검토한다는 것은 의미를 가질 수 있다.

(2)

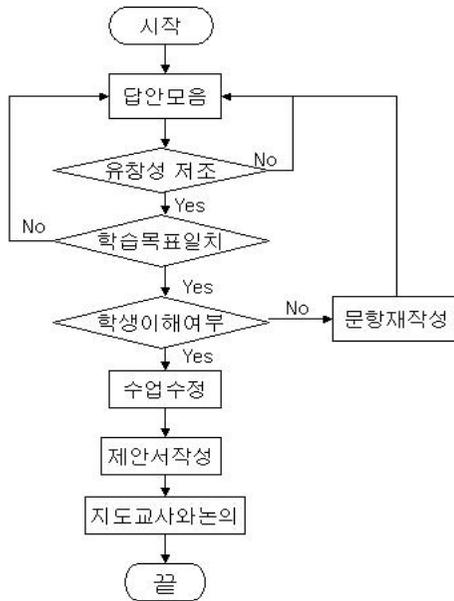
가) 예비교사의 역할

예비교사가 가르쳤던 주제에 대해 학생들이 얼마나 알고 있으며 얼마나 많이 그들의 인지 능력을 활용하여 그 주제 내에서 수업하는지는 부분적으로는 교사로서의 능력에 달려있다. 학생들을 평가한다는 것은 어느 정도 교사의 수업을 평가하는 위치에 있다고 하겠다. 강의한 학생에 대한 평가 데이터에는 그 학생에 대한 정보를 포함하고 있다. 학급 전체에 대한 평가 데이터는 교사가 실행한 활동, 수업 순서, 수업 계획들에 대한 정보를 가지고 있다. 이 활동은 항목들을 조사하고 활동과 수업 계획에 대해 교사가 선택한 평가의 의미를 반영한 학생들의 반응을 검토하도록 도와주게 된다.

나) 활용을 위한 단계

- 가르쳤던 수업에 대한 단원이나 모듈 끝에 있는 문제에 학생들의 답안을 건넨다.
- 문제 항목에 있는 학생들의 점수를 살살이 훑어본다. 가장 쉬었던 문항과 정답률이 가장 낮은 문항을 찾는다.
- 가장 유창성이 낮은 문항, 즉 가장 빈약하게 기술이 시도된 문항부터 시작한다. 수업 계획의 목표 중에서 학생들이 성취해야하는 것에 대해 기억한다.
- 시험 항목이 수업 계획에 있는 학습 목표와 일치하는지 않는지 판단한다.
- 시험 항목이 학습 목표와 일치한다면 그 문항이 학생들이 그것을 잘못 이해하기 때문에 낮은 기술을 보인 것인지 아닌지 결정한다. 만일 잘못 이해하고 있다면 문항을 다시 작성할 필요가 있다.
- 항목을 잘못 이해하고 있지 않다면 그 수업의 일부분에 대한 학생의 활동부분으로 돌아간다. 다음 학급(또는 모듈) 학생들을 위하여 수업을 바꾸어야 할지 결정한다. 이때 활동 순서 변화, 활동 대체, 활동 구조 수정, 활동을 다시 말로 표현, 활동에서 학생들이 할 일을 수정, 다른 방식(그래프, 글, 그림, 도표 등)을 사용하여 그 일에 대한 정보를 나타내기 등의 사항을 고려할 수 있다.
- 충분히 다루었다고 느낄 때까지 이러한 과정을 다음으로 낮은 항목의 경우에도 반복한다.

- 그 작업 계획에 변경에 대한 제안서를 작성한다.
- 지도교사와 제안서에 대해 논의한다.



【 -1】 가

(3) 가 가

일반적으로 교사의 학생 평가를 평가하기 위해서 필요한 영역은 다음과 같이 고찰할 수 있다.

가) 평가의 목적

우선적으로 평가의 목적이 있어야 하는데 이에는 평가의 의도가 분명한지, 평가목적과 교육목적이 조화되고 있는지, 그리고 평가가 교육목표의 기준을 반영하고 있는지 확인할 수 있어야 한다.

나) 평가 대상

다음에 고려해야할 사항으로 평가대상인데 중요한 점은 평가 대상에 대한 가치와 성격을 정확하게 파악하고 있는 지이다.

다) 평가의 영역과 기준

평가의 영역과 기준으로는 크게 두 가지 측면을 확인해야할 것으로 보인다. 그 하나는 평가의 영역과 기준에 대한 이해이고 다른 하나는 평가의 영역과 기준을 명시하고 학생들에게 분명하게 알려주고 있는지에 대한 점검이다.

라) 평가의 성격

마지막으로 평가의 성격에 대해 확인해야 하는데 이에는 학년별이나 수준별 등의 성취 기대에 대한 수준을 명확하게 설정하고 평가하고 있는지 확인되어야 할 것이다. 다음으로는 평가의 가치 및 영향 결정의 계획이 수립되어 있는지 평가지표나 수행평가의 준거가 정립되어 있는지 점검하는 단계가 필요하다. 또한 평가가 정기적으로 수행되고 있는지, 평가가 정확한지 또는 객관성을 확보하고 있는지 그리고 평가 목적의 균형성을 유지하고 있는지 확인되어야 할 것이다.

이들을 평가표로 작성한 것은 다음의 <표 IV- 5> 이다.

가	가					
		1	2	3	4	5
가	가					
	가					
가	가 가					
가	가					
	가					
가	,					
	가 가 가 , 가					
	가					
	가 , , 가					

V

결론 및 제언

1 과학 교사의 학생 평가 전문성 모형 및 기준 요약

이 연구는 한국과학교육학회가 한국 교육과정 평가원과의 공동 연구로 과학 교사의 학생 평가 전문성 기준 개발 및 평가 전문성 신장을 위한 모형을 개발하기 위해 수행되었다. 과학교과는 다른 교과와 달리 교육의 목표를 인지적인 영역 뿐만 아니라, 과학 탐구 능력의 신장 및 과학에 관련된 태도의 신장 등의 능력들을 바르게 평가할 수 있는 기준이 필요하다. 이런 의미에서 세 가지 축에 대한 과학 교사의 평가 전문성에 관한 기준을 설정해 보고 그 모형을 구안해 보는 작업은 매우 중요하면서도 의미 있는 연구라고 할 수 있다.

이 연구에서는 과학 교사의 학생 평가 전문성의 기준을 내용 기준과 수행 기준으로 구분하고, 내용 기준 안에 과학교육과정에 대한 지식, 교수-학습에 대한 지식, 과학교육평가에 대한 지식, 과학교과내용에 대한 지식 기준을 포함시켰다. 그리고 수행 기준 안에 평가 계획 및 준비, 평가 시행하기, 평가 결과 분석 처리, 평가 결과 보고 및 활용하기 기준을 포함시켰다. 그리고 내용 기준과 수행 기준의 과학교사 학생 평가 전문성 범주별 기준안을 제시하였다.

내용 기준으로 먼저 과학교육과정에 대한 지식에서 과학 교사는 학생을 평가하기 위해 과학교육과정에 명시된 과학교육의 목표를 알고 있어야 하며, 이러한 목표에 적합하도록 선택된 교육 내용과 학습 활동의 체계적인 편성과 조직에 대해 이해하여야 한다는데 평가 기준을 편성하였다. 그리고 이러한 교육 내용과 학습 활동을 위한 계획을 수립하는 데에 필요한 지식을 갖추어야 함을 강조하였다.

두 번째로 학생의 학습 촉진을 위해 과학 교사는 교육활동을 효과적·능률적으로 수행하는 데 필요한 지식을 갖추어야 함을 강조하기 위해 과학 교사는 학생의 평가 전문성을 신장하기 위해 학생 개개인의 독특한 개성, 적성, 능력, 흥미, 관심, 진로 등을 고려해 학습의 성공적 성취를 보장할 수 있는 기회를 제공하고, 타고난 소질과 수월성을 최대한으로 신장·발휘하도록 해주어야 함을 발견하였

다. 이를 위해서 교사는 교수-학습과 관련된 지식을 적절히 활용하여 학습의 효과를 극대화할 수 있는 능력을 갖추어야 할 것이다.

셋째, 과학 교사가 과학교육 평가 전문성을 가지기 위해서는 다양한 배경 지식을 필요로 함을 강조하였다. 그것은 과학교육과정, 과학교수학습, 과학교과내용 등에 관한 지식이다. 그러나, 과학교사가 앞서 제시한 여러 영역의 지식을 가지고 있더라도, 학생을 효과적으로 평가하고 그 평가 결과를 효율적으로 사용하기 위해서는 과학교육평가에 대한 지식이 필요하다. 여기에서는 과학교사의 과학교육 평가의 전문성 신장을 위해 요구되어 지는 과학교육평가에 관련된 하위 영역의 내용과 기준들을 제시하였다.

내용 기준의 마지막으로 교사가 학생을 평가함에 있어서 교과내용에 대한 지식을 평가의 내용을 제공해주는 중요한 요인으로 보았다. 따라서 교사가 교과내용에 대한 올바른 지식을 가지고 있어야 함을 네 번째 기준으로 선정하였다. 과학교과에서 교과 내용에 대한 지식은 과학이라는 학문의 성격과 구조, 과학교과의 구조, 과학의 핵심지식, 그리고 과학 내용의 선정과 조직 등 4개의 영역으로 나누어 볼 수 있다. 각 영역의 의미와 각 영역에서 교사들이 갖추어야 할 자질 준거를 제시하였다.

과학에 대한 학생 평가를 수행하기 위해서는 어떤 내용의 평가를 어떤 과정을 통해 수행하고자 하는지에 대한 철저하고 치밀한 계획 및 준비가 선행되어야 한다. 먼저 과학교육과정 상에 드러나 있는 과학 교육 목표를 고려하여 지식, 탐구 능력, 태도 등 어떤 영역을 평가할 것인지 평가 영역에 따라 서로 다른 평가 영역에 대한 적절한 목표를 설정할 능력을 배양해야 한다. 또한 물리, 화학, 생물, 지구과학 등 과학 관련 분야에서 구체적으로 어떤 내용을 평가하고자 하는지도 결정해야 한다.

평가 내용 및 활용에 따라 평가 목표가 설정이 되면 과학 교사는 여러 가지 다양한 과학 교육 평가 방법 중 가장 적합한 평가 방법을 선정할 능력도 갖추어야 하는데, 필요에 따라서는 평가 도구를 직접 개발할 수 있어야 한다. 과학과의 학습 목표는 자연현상에 대한 이해에만 국한되어 기술하는 것은 의미가 없고, 자연현상에 대한 의문을 해결해 가는 문제 해결력에 주로 초점을 두고 있으므로, 과학 교육 평가도 이와 같이 문제 해결력을 평가하기 위한 독특한 도구에 대한 지식을 확립하고, 그 도구들을 적절하게 사용하여 적절한 영역에 대한 평가를 위해 쓸 줄 알아야 한다.

과학 평가 시행 계획 또한 치밀하게 세워 실제로 평가 시행 시 벌어질 문제를 사전에 예측하고 대비해야 한다. 평가 결과를 어떤 방법으로 분석하고 어떤 기

준에 의해 해석하여 판단할 것인지에 대한 계획도 이 단계에서 수립이 되어야 한다. 끝으로, 분석된 과학 평가 결과를 학생과 학부모들에게 어떻게 알리고 효과적으로 피드백을 받을 수 있을지에 대한 계획을 수립할 수 있는 능력을 아울러 갖출 필요가 있다. 이와 같이 과학교사가 갖추어야 할 과학 평가 계획 및 준비에 필요한 수행 기준을 과학교육에서 일반적으로 지향하고 있는 과학 교육 목표 분류체계인 지식, 탐구능력, 태도의 세 가지 측면에서 제시하였다.

과학 교육에서 이루어지는 평가는 크게 객관식이나 단답식 문항 위주의 전통적인 평가 방법과 학습의 모든 과정이 평가되는 대안적 평가 방법으로서의 수행 평가로 구분할 수 있다. 전통적 평가 방법과 수행 평가 모두 평가 결과를 객관적으로 분석하여 학생과 학부모에게 정확하게 보고할 수 있는 수준으로의 자료 처리가 필수적이다. 객관식 문항 위주의 전통적 평가 방법은 채점 과정에서의 주관성은 거의 나타나지 않기 때문에 채점이 이루어진 자료들을 평가 목적에 적합하게 재구성하여 학생 개개인의 경향 또는 학생 집단의 전체적 경향을 잘 드러낼 수 있는 자료 처리 방법을 선택하는 것이 중요하다. 반면, 채점 과정에서의 주관성 여부가 문제로 제기될 수 있는 수행 평가에서는 채점의 공정성과 객관성을 확보하는 것이 평가 결과의 적절한 자료 처리를 위한 핵심적 관건이다.

과학교육 평가는 과학 교육 체제에서 가장 기본적인 피드백이다. 평가 자료를 통해 학생들은 자신들이 교사와 부모의 기대를 얼마나 만족시키고 있는지 알 수 있고, 교사들은 학생들이 얼마나 잘 배우고 있는지 알 수 있으며, 지방 교육청은 교사와 프로그램의 효율성에 대한 정보를 얻을 수 있다. 이러한 피드백은 정책의 변화를 촉구하고, 교사들의 전문성 계발을 인도하며, 학생들이 자신들의 과학 이해를 개선할 수 있도록 격려함으로써 과학 교육 체제의 변화를 유도할 수도 있을 것이다.

2 제언: 과학 교육 평가의 현실적 문제점

과학교사들의 학생에 대한 평가 전문성 신장 기준을 마련하면서 간과해서는 안 될 부분이 있다. 과학 교육 평가의 현실적인 문제점들이 그것인데, 과학 교육 평가 현실에서 특히 문제시 되는 점들은 과학 지식에 관한 평가 영역 보다는 과학 탐구능력 평가와 과학에 관련된 태도 영역의 평가에서 많이 드러난다. 그러므로 결론에 들어가기 전에 이 부분에 대한 문제점들을 제시하려는 것은 본 연구를 통해 마련된 과학 교사들의 학생에 대한 평가 전문성 신장 기준들을 기

초로 하여 과학 교육 평가를 위한 현실적 여건을 고려하여 좀 더 현실성 있는 과학교사의 학생 평가 전문성 기준 마련에 대한 현실적 토대를 구축하기 위한 후속연구를 위한 제언을 삼기 위해서이다.

가. 가

허명(1996)은 학교 현장에서 탐구 능력 평가와 관련된 문제점을 연구한 결과들을 요약하여 다음과 제시한 바 있다.

- 고교입학시험 및 대학입학 시험의 과학 관련 문제들이 탐구 사고력을 충분히 반영하여 평가하지 못하고 있다.
- 학급당 인원수의 과다로 인해 탐구 능력 평가에 대한 교사의 부담이 크다.
- 탐구능력 평가에 대한 과학 교사의 지식과 인식이 부족하다.
- 과학 교과서의 내용이 탐구능력 보다는 과학 지식을 강조하고 있다.
- 과학 교사의 업무과정이 탐구능력 평가를 위한 노력과 시도를 저해하고 있다.
- 모든 탐구기능 요소를 균형있게 평가하는데 실패하고 있다.
- 단편적인 탐구 능력 평가가 대부분이며, 종합적인 탐구 수행 능력을 평가하지 못하고 있다.
- 현실적으로는 실험 과제, 관찰, 실험 보고서 등에 의한 평가보다는 지필 검사 위주의 탐구 능력 평가가 대부분이다.
- 개방적 탐구를 위한 학습지도와 평가가 거의 이루어지지 않으며, 현실적으로 형식적 교육과정 운영에서는 시간적으로 부담이 된다.

가

현실적으로 교사가 현장 연구 목적이 아닌 경우 학교에서 학생들의 과학에 관

한 태도를 평가할 기회는 거의 없다. 또한, 대부분의 교사들은 정의적 영역에 속하는 과학 행동과 이를 평가하기 위한 구체적인 준거조차 알지 못하기 때문에 필요한 경우, 교사의 직관으로 평가하는 경우가 많다. 각 학교 현장에서는 정의적인 평가가 대부분 이루어지지 않고 있으며, 정의적 평가에 대한 기준이나 평가자료, 개발된 평가 도구를 접할 기회가 적다(강호구, 1996).

제 7 차 교육과정에서 제시하고 있는 과학과 교육목표에는 과학에 관한 긍정적인 태도 함양에 초점이 맞추어져 있다. 그럼에도 불구하고, 현실적으로 과학 교사들은 현장에서 과학에 대한 태도를 학생 평가 내용에 포함시키는 경우는 많지 않다. 이는 과학 교사 교육 프로그램인 과학 교사 양성 및 과학 교사 연수 프로그램에서도 간과되어 온 사항이다. 양성 및 연수 프로그램에 과학에 대한 정의적 영역에 관한 내용의 보강은 필요하다.

3 결론

과학교사라면 기본적으로 과학이라는 학문의 본질이 무엇이며, 어떤 특성을 가지고 있으며, 과학이라는 학문이 가지고 있는 구조를 이해해야 한다고 판단된다. 과학과 과학 아닌 것의 차이점을 이해하고, 과학이라는 학문에는 어떤 분야가 있으며 그 분야가 가지고 있는 특성에 대해서 이해를 해야 한다는 것이다. 더욱이 과학 교사는 과학교과의 성격과 구조에 대한 지식이 있어야 한다고 본다. 과학지식은 과학교육의 내용이다. 과학내용에 대한 지식을 갖는 것은 과학교사의 자질에서 우선적으로 요구되는 사항이라 할 수 있다. 과학의 내용은 크게 결과적 지식과 과정적 지식으로 나눌 수 있다. 결과로서의 과학의 지식은 과학적 사실에 대한 지식, 과학의 기초 개념에 대한 지식, 과학의 원리와 법칙에 관한 지식, 과학의 개념체계와 이론에 관한 지식으로 나뉘볼 수 있다. 결과로서의 지식은 과학교육에서 가장 분명하고, 명시적으로 제시할 수 있기 때문에 교육과정과 교과서에 비교적 명확하게 나타나 있다고 할 수 있다.

과정으로서의 지식은 새로운 지식을 창출하는 능력을 의미한다. 과학에서는 탐구 수행 능력이 이에 속한다. 이와 더불어 과학교육의 중요한 목표 중의 하나는 과학적인 정신이라고 할 수 있는 과학적인 태도에 관한 것이다. 과학적인 태도는 과학자들의 정신을 대표하는 것으로서 과학 지식을 습득하고, 자연을 탐구하는 과정에서 보이지 않는 손의 역할을 한다. 그리고 이 과학적 태도는 과학자

뿐만 아니라 모든 인간이 가져야 할 덕목 중의 하나라고 할 수 있다. 과학적 탐구능력과 태도에 관한 내용은 결과적 지식과는 달리 명시적으로 나타내기 어렵기 때문에 교육과정과 교과서에 매우 추상적이고 모호하게 제시되어 있을 수 있다. 특히 태도에 관한 내용은 그 중요성에 비추어 볼 때 극히 모호하게 제시되어 있다. 따라서 과학교사가 이 영역에 대해서 확고한 이해를 하고 있지 않으면 이 두 영역의 목표는 교육 현장에서 외면당하기 쉬우므로 각별한 주의가 필요하다.

과학교과는 과학 내용의 조직체라고 할 수 있다. 조직체란 내적으로 논리적이고 합리적이며, 효율적인 체계를 갖추고 있다는 것을 의미한다. 과학 내용은 다른 교과에 비해서 비교적 명확한 논리적 위계 구조를 갖는다고 할 수 있다. 과학은 자연 현상을 다루기 때문에 다루는 소재가 계절적 요인과 지리적 요인에 의해서 영향을 받는다. 과학 교재의 내용은 이러한 여러 요인을 고려하여 조직되어 있다. 따라서 과학교사는 과학 내용이 가지고 있는 구조를 파악해야 하며, 이러한 내용을 학교의 현실과 학생들의 수준에 맞게 적절하게 재구성하여 제시할 수 있는 능력이 있어야 한다.

전문적인 교사는 그들이 설계하는 활동의 상대적인 성공을 판단하는 의무를 받아들인다. 그들은 학생 개인 혹은 학급의 성공과 실패를 모니터링 해야 한다. 그러한 교사는 학생들이 평균적으로 하는 방법에 대한 지식을 사용하여 그들의 수업 전략의 성공을 분석한다. 그들은 수업 지도안과 교재를 신중하게 선택한 평가 도구를 측정했을 때 얻어지는 산출물과 함께 일관성의 개념을 가지게 된다. 따라서 평가 결과를 활용한다는 중요한 의미를 지니게 된다.

과학과 학습의 평가결과를 활용하는 목적은 궁극적으로는 과학과 교사의 전문성을 신장하는 것이겠지만 나아가 학습자들로 하여금 학교 수업에서 자아실현에 기여하며, 과학과 지식, 탐구, 태도에 대한 학습의 성과 및 조건에 대한 정보를 획득하는 것이다. 나아가 과학수업의 개선과도 직접적으로 연결되어 있으며 과학교육의 연구나 정책적 판단의 근거로도 활용할 수도 있다.

이러한 과학과 학습의 평가결과를 활용하는 대상과 범위는 다음과 같다. 먼저 교사의 측면에서는 수업방법의 개선이나 평가 전문성 계발, 학습자에 대한 이해 심화, 교수 학습의 전문성을 심화할 수 있는데 활용될 수 있다. 학습자의 측면에서는 개인별 성취 능력을 판단하거나 자아실현 및 자기 계발의 기반을 이루며 진학 및 진로 선택을 위한 정보를 획득하는데 활용된다. 학부모의 측면에서는 자녀의 학습의 수준을 이해하고 진학이나 진로 선택에 대한 정보를 얻는데 활용할 수도 있다. 교육 정책적 측면에서는 학습자의 성취도에 대한 실태를 파악하

고 과학교육의 성과를 분석하거나 과학교육 정책을 개선하는데 활용할 수 있다.
전문성을 갖춘 과학과 교사라면 지식, 탐구, 태도 영역에 대한 평가결과를 학습자와 학부모, 기관에 보고하고 기록하며 학습자의 과학학습을 증진하는 데에 활용할 수 있는 능력을 갖추어야 할 것으로 사료된다.

강호구(1996). “과학교육에 있어서 정의적 영역의 평가”에 대한 토론 I”. 제 1 회 과학교육 연합 학술대회 “과학 교육 평가의 문제점 및 개선방안” 자료집.

국립교육평가원(1996). 수행평가의 이론과 실제. 중앙 교육 평가원.

권용주, 정진수, 박윤복, 강민정 (2003). 선언적 과학지식의 생성과정에 대한 과학철학적 연구-귀납적, 귀추적, 연역적 과정을 중심으로. 한국과학교육학회지, 23(3), 215-228.

권재술, 김범기(1993). 과학 오개념 편람. 한국교원대학교

권재술, 김범기, 우종옥, 정완호, 정진우, 최병순 (1997). 과학교육론. 서울: 교육과학사

권재술, 김범기, 우종옥, 정완호, 정진우, 최병순(2001). 과학교육론. 서울: 교육과학사.

교육인적자원부 (1997). 고등학교 교육과정 해설: 과학. 서울: 교육인적자원부.

교육인적자원부(1998). 과학과 교육과정. 서울: 대한교과서주식회사.

김재춘, 소경희, 채선희(2000). 교육 과정과 교육 평가. 교육과학사.

김창식, 이화국, 권재술, 김영수, 김찬중 (1997). 과학학습 평가. 서울: 교육과학사.

김효남, 정완호, 정진우 (1998). 국가수준의 과학에 관련된 정의적 특성의 평가 체제 개발. 한국과학교육학회지, 18(3), 357-369.

남명호, 김성숙(2000).수행 평가: 이해와 적용. 서울: 문음사

손중달(1996). “과학교육에 있어서 정의적 영역의 평가”에 대한 토론 II”. 제 1 회 과학교육 연합 학술대회 “과학 교육 평가의 문제점 및 개선방안” 자료집.

서혜애, 조석희, 이은아, 한석실, 윤초희(2003). 영재교육기관 평가체제 개발 연구. 한국교육개발원 수탁연구 CR2003-27.

조희형 (2003). 일반과학교육학. 서울: 교육과학사

한국교원대학교 과학교육연구소(2003). 생활과 과학. 교육인적자원부.

허 명(1996).과학 교육에 있어서 탐구 사고력 평가. 제 1 회 과학교육 연합 학술대

- 회 “과학 교육 평가의 문제점 및 개선방안” 자료집.
- Andersson, B. (2003). National evaluation for the improvement of science teaching, in *Improving Science Education*, ed. by Miller R., Leach J., and Osborne J, Buckingham: Open University Press,
- Brookhart, S.M. (1993). Teachers' grading practices: meaning and values. *Journal of Educational Measurement*, 30, 123-142.
- Bloom, B. S., Engelhart, M.D., Furst, E .J., Hill, W. H., & Crathwohl, D .R.(Eds.)(1956). *Taxanomy of educational objectives, Handbook I: Cognitive domain*. New York:Makay.
- Cronbach, L. J. (1964). Evaluation of course improvement. *Teachers College Record*, 672-683.
- Driver, R., & Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, 13, 105-122.
- Ebenezer & Haggerty(1999) *Becoming a secondary school science teacher*, Upper Saddle River, N.J. : Merrill,
- Likert, R.(1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 22(140),1.
- Thurstone, L. L., (1931). The measurement of attitudes. *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 26.
- Trowbridge, Bybee & Powell, (2004)
- Tyler, R. W. (1964). *Basic principles of curriculum and instruction*. Chicago: The University of Chicago Press.

ABSTRACT

An Exploratory Study of Professional Standards of
Korean Secondary School Science Teacher's
Assessment of Students

Korea Institute of Curriculum&Evaluation
Korea Association for
Research in Science Education

This study aimed to develop the Korean science education evaluation standards with which science teachers might evaluate elementary and secondary students professionally, and to design the model for improving their professionalism about student evaluation in science teaching. Korea Institute of Curriculum and Evaluation(KICE) and the Korean Association for Research in Science Education(KARSE) have endeavored to increase teachers' competences concerning evaluation necessary to teaching science. This is one of the results.

Science as one of formal curricular subjects was concerned with the enhancement of students' inquiry skills, attitudes toward science as well as scientific knowledges. Under the perception that science teachers should have professional perspectives when they identify students' condition regarding these domains evenly, first of all, the content standards and the performance standards of evaluation in science teaching were worked out. The content standards consisted of the knowledges of science curriculum, science instruction, science education evaluation and science contents. The other standards contained evaluation planning and preparation, evaluation execution, analysis and interpretation

of the results, and reporting and using of the evaluation results. Every category provided, at the very first, a sentence contained a main idea in which science teachers should be possible to be helped in their science evaluation practices.

It is expected that the following standards suggested in terms of the two respects such as content and performance aspects will provide prospective effects to the execution and application of Korean faculty development programs for improving the professionalism of elementary and secondary science teachers.