

<소 개>

수 월 성 의 준 거*

(CRITERIA for EXCELLENCE)

NSTA (미국과학교사협회)

권 난 주·권 재 술
(한국고원대학교)

편집자주:

* 이 준거는 미국과학교사협회에서 1987년에 제정한 것이다. 비록 상당한 시간이 지났지만 과학교육의 목표 설정에 좋은 참고자료가 될 것으로 사료되어 학회지에 번역 소개하기로 하였다.

준거 개발의 배경

과학 교육에 있어 수월성에 관한 연구는 1981년부터 수행된 국립 과학 재단(N.S.F.- National Science Foundation)의 종합(Synthesis) 프로젝트의 발표로부터 시작되었다. 이 연구는 과학 전분야 전문가들의 과학 교육에 관한 이상적인 견해들을 함께 구하고, 그러한 수월성의 준거에 관한 견해들을 종합하며 실제 프로그램에 적용한다.

전문가들이란, N.S.F.와 종합 프로젝트의 공동 연구 팀인 NAEP(전국 교육 평가원)에서부터 미국물리교사협회(American Association of Physics Teachers), 미국화학회(American Chemical Society), 국립지질학교사협회(National Association of Geology Teachers), 국립생물교사협회(National Association of Biology Teachers) 뿐 아니라, NSTA의 분회인 국립과학장학회(National Science Supervisors Association), 중등과학장학회(Council of Secondary Science Supervisors), 대학과학교육회(Society for College Science Teaching), 과학교

사협회(Association for the Education of Teachers in Science), 국립과학교육연구협회(NARST :National Association for Research in Science Teaching), 초등과학협회(Council for Elementary Science International)에 이르기까지 광범위한 분야의 전문적이고도 교육학적인 여러 협회로부터 끌어들이는 이들을 말한다. 프로그램의 책임자는 교육의 모든 학년과 과학의 모든 분야에 종사하는 이들을 참여시켰다.

종합 프로젝트는 오늘날 과학 학습 목표를 네 가지로 정했다: 인성적, 사회적, 학문적, 직업적. 가장 전통적이고도 좁은 의미의 과학 교육 목표인 학문적 성공은 1981년에 프로젝트 요원이 이미 만족할만한 결과를 보았던 한 영역이다. 그러나 80년대의 현대인들은, 개인의 지위 향상과 함께, 증가하는 기술 사회에 유용한 과학적 능력을 요구한다. 또한 민주주의 사회에서 개인은 과학 관련 사회 문제들에 대해 책임있는 의사 결정을 하고 그에 관해 박식해야 한다. 게다가 급변하는 현대에는 거의 매일 새로운 직업들이 탄생하고 그에 따라 학생들의 흥미와 적성도 그만큼 다양하다. 학생들에게

나날이 넓어지지만 하는 과학과 기술에 관련된 직업의 세계에 대처하게 하고 생활의 과학, 민주 시민의 과학을 가르쳐야 한다는 것이, 현재와 미래의 과학을 연구하는 이 프로젝트가 추구하는 세 가지 사항이다.

수월성의 연구는 매년 한 개 이상의 프로그램을 실행한다. 거기에는 국민학교 6개 학년, 중학교 등으로 나눈 특정 연령에 관한 일반적인 접근은 물론이고, 생물학, 화학과 같은 기본적 학문 분야와 에너지 교육, 탐구 과학, STS 등과 같이 여러 학문이 합해진 학문 분야가 포함된다. 각 영역에서는 목표, 교육과정, 수업, 평가와 교사의 질에 관한 수월성의 준거를 명시한다.

준거가 명시된 후에 연구를 착수한다. 매년 주(state) 당 1개와 콜롬비아와 푸에토리코 지방을 포함해 총 52개의 주 협회가 연합해서 각 영역의 전 국가적 준거를 찾아내는 프로그램을 수행한다. 주의 추천임명자들로 구성된 국제 심사회에서는 각 분야당 가장 이상적인 6-13개의 프로그램을 선정한다.

실생활 프로그램의 그 어떠한 것도 준거를 모두 제시하지는 못했고 또 그럴 수도 없다. 몇몇은 아주 커다란 성공을 바라는 매우 원초적인 접근을 했지만, 분석, 종합, 연구가 아무리 힘든 작업이라해도 이 준거들이 과학 교육의 미래상에 대한 일면의 모습을 제공한다고 본다.

그 준거들은 미래의 기초가 된다. 프로그램이 추구하는 수월성의 확실한 정의같은 그러한 실질적인 명료성이 우리의 시범 수업에 나타날 것이며, 수월성을 실행하는 데 전념하는 사람들로 인해 우리의 연구는 보람있게 되는 것이다.

수월성에 관한 연구는 촉망받는 공통 모델(실행된 시범 프로그램)을 제시하고, 연구해야 할 특수한 개인들의 능력과 헌신, 관용을 인식함으로써 미래를 구축한다. 그리고 나머지는 독자인 당신에게 있다.

이 준거에 준하여 당신의 프로그램을 보아라. 당신들의 프로그램의 장점에 대해 자축하라. 그런 연후에 당신의 프로그램을 더 좋게 개선할 수 있는 각 영역의 이러한 이상을 향하여 함께 기획하라.

초등학교(K-6) 과학에서의 수월성의 준거

초등 과학 시범 프로그램에서

학생

1. 효과적인 소비 활동을 한다;

2. 효과적인 건강 습관을 얻는다;
3. 환경 속에서 사람들의 관계를 인식한다;
4. 문제 해결시 다양한 과학적 근거를 낸다;
5. 과학은 어려운 작업이고, 한 문제를 해결하는 것이 종종 다른 문제를 야기시킨다는 것을 깨닫는다.

교육과정

1. 직접 실행해 보는 학습을 강조하며 모든 학생들에게 계획된, 연속적인 프로그램을 제공한다;
2. 교수에 반영할, 명백하게 잘 정의된 목표를 채택한다;
3. 주기적인 재점검을 하고 내용, 교수, 학습의 지속적인 평가를 한다;
4. 학생들이 현재와 미래에 적용할 수 있는 지식과 경험을 제시한다;
5. 과학 활동의 계획과 지시를 해 주는 유용한 교사 지침서를 제공한다.

수업

1. 적절한 예산과 행정 지도로 지원한다;
2. 학생들의 일상 생활에 적용할 수 있는 많은 문제 해결 활동을 제안한다;
3. 모든 학생들이 실험할만큼 충분한 자료들을 공급한다;
4. 과학 수업시 주 정부적, 국가적 최소 기대를 직시하거나 초월한다;
5. 기초적인 면에 있어 과학과 다른 내용 영역을 통합한다.

교사

1. 과학 프로그램의 목표를 이해한다;
2. 새로운 사고와 방법을 학습하고 시도한다;
3. 내용과 과정, 과학의 다른 차원의 다양한 경험들을 제공한다;
4. 생활자연환경 과학과 공학, 현 사회 제반 문제들을 포함한 많은 자료들로부터의 경험을 제공한다;
5. 학생들이 문제를 해결하고 과학적으로 그들의 경험을 사용할 수 있도록 강화시킨다.

중등학교 과학에서의 수월성의 준거

중등학교 학생들은 하급 학년과는 다른 변화와 조정

을 겪는다. 시범 프로그램은 개인적, 사회적 논제, 진로 인식, 학문적 대비 뿐 아니라 그들 나름의 특별한 요구와 능력까지 고려해야 한다.

목표

1. 탐구 기술의 독립적 사용을 증진시키고, 실제적인 문제를 인식, 해결한다;
2. 학습의 인지적, 정의적, 운동 기능적 면을 모두 고려하여, '학습하는 방법'의 학습을 강조한다;
3. 진로 선택에 도움이 되거나, 더이상 형식적 과학 교육을 받지 않을 학생들의 학문적 배경을 제공한다;
4. 적절하게 결정을 내리는 태도를 증진시킨다;
5. 여러 학문이 합해진 분야와 연구나 작업상의 과학을 강조한다.

교육과정

1. 일반적이고도 여러 학문이 합해진 상황에서 과학적인 주제를 찾을 때, 과학적 과정과 탐구를 강조한다;
2. 과학과 사회의 논제, 진로 인식, 과학적 사고의 역사적인 면을 포함하여 실제적인 적용과 일상의 경험을 사용한다;
3. 학생들의 투입을 모색한다;
4. 다양한 인지 발달 단계의 학생들에게 맞는 주제와 활동, 전략들이 요구됨을 인식한다;
5. 성별, 인종, 민족의 차이를 넘어 과학 탐구에 종사하는 이들에 관한 긍정적인 역할 모델을 제시한다.

수업

1. 다양한 전략, 논리적이고 순차적인 활동, 구체적인 경험과 직접적인 실행을 강조한다;
2. 학생의 성공적인 학습에 중점을 둔다;
3. 현장 견학, 독립 연구와 역할 모델의 상호 작용 등으로, 지역 사회 자원을 최대한 활용한다.

교사

1. 과학의 광범위한 분야에의 능력이 있다: 교사는 어느 한 분야의 전문가라기보다, 일반적이고 전체적인 것을 두루 아는 이어야 한다;
2. 과학적인 적용과 진로 기회에 관해 확실히 이해하고 있다;
3. 청소년에게 과학을 가르치기 위해 특정한 과정을 거친다;
4. 학생들의 능력, 배경, 흥미와 부합하는 적정 교수

전략과 자료들을 고안하고 적용한다;

5. 학생들의 기분과 흥미를 잘 파악하고 유머 감각이 있으며 분별과 책임있는 인성으로 그들을 대한다;
6. 중등학교 과학 교사임을 자부하며 그 직업의 중요성을 안다.

평가

1. 직접적으로 과정-산출 목표와 관련되어 있다;
2. 인지 능력과 성숙도, 배경에 의한 차이를 고려한다;
3. 프로그램의 질과 효과 개선을 피한다;
4. 지역적 조건, 제한점과 가능성 등을 인식하고 반영한다;
5. 자신, 동료, 학생과 행정가적 입장에 서서, 학생 뿐 아니라 교사도 계속적으로 평가한다.

지구과학에서의 수월성의 준거

지구과학의 수월성 프로그램은 학생의 이해와 지구과학과 관련된 지식, 가치, 과정, 기술의 적용에 중점을 둔다. 프로그램의 전체적인 목적은 사회와 학생들의 삶의 질을 향상시키는 데 있다. 지구과학 시범 프로그램은 다음과 같은 목표를 가진다:

1. 지구과학의 큰 중심 주제와 관련된 사실, 개념, 원리에 관한 지식을 발달시킨다;
2. 지구과학에 사용한 연구의 과정에 대해 정통한 이해를 증진시킨다;
3. 소지역에서 전 지구에 이르기까지 지구과학과 관련된 사회 논제의 분석과 배경을 제공한다;
4. 학생들이 관련 정보를 받아들이고 과학 관련 사회 논제들에 대해 책임있는 의사 결정을 하게 준비시킨다;
5. 사회의 필수적인 부분으로서의 과학과 기술에 대해, 비판적인 태도와 식별력을 증진시킨다;
6. 지구과학에 관한 진로 정보를 제공한다.

이러한 목표들을 성취할 수 있게끔 고안된 프로그램은 기존의 대다수 지구과학 프로그램과는 다르다. 지구과학 시범 프로그램은 교사의 지각, 교수 전략, 설비의 사용, 평가 절차 뿐 아니라 예외적인 특성까지 명백하게 제시할 것이다:

1. 지식과 가치, 과정, 기술을 사회적 관련 논제의 상황에 맞춰 적절히 제시한다;
2. 실질적 문제들은 다른 분야(out-of-doors)에서 연구된다;
3. 개인 욕구를 충족시키고, 사회 논제를 이해하고, 앞으로의 삶과 진로를 준비시키는 것이 프로그램의 요점이다;
4. 교사들은 첫째, 민주 시민을 양성하고, 둘째, 학생들이 과학 분야의 진로로 나갈 수 있게 준비시키는 교사 과제를 인식한다;
5. 교수 전략으로 컴퓨터의 사용, 현장 견학, 시뮬레이션 등 낯지 않은 새로운 시도를 한다;
6. 평가의 기술과 도구는 프로그램의 목표와 균형을 맞춘다.

물상 과학에서의 수월성의 준거

물상 과학의 수월성 프로그램의 특징은 저마다 특정한 목표를 지니고 있기 때문에, 각 프로그램들은 매우 다양할 것이다. 그러나 일반적으로 수월성 프로그램은 다음과 같은 특징을 가진다:

1. 개인적 욕구와 목표, 흥미를 충족시키는 기회를 제공한다. 예를 들면 규준적 교육과정 설계, 프로젝트 접근, 개인적인 주제 연구의 기간 등;
2. 물상 과학의 내용과 과정을, 딱 들어맞는 답이 아니라 오히려 중간 입장을 취하는 실세계 문제들에 적용하는 기회를 제공한다;
3. 조직적 학문에서의 물상 과학 기본 개념을 다룬다;
4. 사회적인 관련 상황에서의 물상 과학 기본 개념을 다룬다;
5. 과학 프로그램의 모든 면에서 본질적으로 개인 욕구, 사회 논제, 진로 준비를 고려한다;
6. 과학자 뿐만 아니라 기술자, 다른 분야의 사람들까지 포함해 과학을 연구하는 사람들과 접촉할 기회를 제공한다;
7. 과학 지식이 생성되는 방법을 강조한다;
8. 아래와 같은 광범위한 학습 경험을 포함한다:
 - 학생들이 귀납적인 방법으로 정보를 획득하는 실험 활동,
 - 학교 밖에서의 경험,
 - 다른 형태의 문제 해결 방식 제시,
 - 되든 안되든 직접 해보고, 추측하고, 가설을 설정하

는 등의 탐구적 활동,

- 연구 활동에 실제로 참여하거나 모의 연구를 하는 기회,
- 과학에 적용할 수학적 기술을 발달시키는 기회,
- 연구 조사와 서술 기술을 발달시키는 기회,
- 과학 자료를 해석하는 능력을 발달시키는 기회.

생물학에서의 수월성의 준거

생물학 시범 프로그램은 다음 세 단계의 학생 이해를 증진시키는 데 중점을 둔다: 사고 과정시 생물학 지식과 방법을 사용하기; 생물권과 사회, 개인의 상호 작용이라는 관점에 있어서 이 지식과 방법을 사용하기; 윤리학과 가치론, 미학이 포함된 생물학적 문제들을 책임성 있게 제기하기.

이 준거는 중학교에서 고등학교에 이르기까지 학생의 학습 단계에 맞게 다양하게 적용될 것이다. 교사들은 다양한 형태의 적용 학습 경험 빈도와 학생들의 지적, 사회적인 기술, 그리고 주제의 복잡성 등을 고려해야 한다.

학생 목표

1. 현재와 미래의 요구, 생물권과 사회, 개인의 상호 작용을 이해한다;
2. 인간 활동이 자연계에 얼마나 영향을 끼치는가를 이해하는 첫 단계로서, 역동적인 자연계를 경험하고, 이해하고, 인식한다;
3. 생물계의 기본적인 원리를 적용함에 있어서 사회적, 기술적 요점을 받아들인다;
4. 특히 의사 결정시, 넓게 적용할 수 있는 비판적인 사고 기술을 발달시킨다.

수업

1. 살아있는 유기체, 특히 척추동물들을 자애롭게 다룬다;
2. 경험적이고 실험적으로 장단기 실험과 현장 견학을 실시한다;
3. 개인적으로, 또 협동적으로 자료를 얻고, 사용하고, 해석하고, 분석하고, 평가하는 기회를 만든다;
4. 모든 학생들이 최대 학습을 할 수 있도록 교육적이고 발전적인 이론의 현재의 연구에 근거하여 가르친다;
5. 학습과 문제 해결에 수학과 통계학, 컴퓨터 등을

사용한다;

6. 수렴·발산적이고, 귀납·연역적이며 온유적인 사고를 유도하는 질문을 한다;

7. 소그룹 토론에서 개방적인 질문으로 자극시키기 위해, 주요 논제에 관한 깊이 있는 연구를 활용한다;

8. 수업 프로그램에 사용할 창의적이고 확실한 자료를 찾는다;

9. 아래의 내용이 들어 있는 믿음만한 교과서와 참고서를 활용한다:

· 자연 환경과 인공적인 환경, 박물관, 동물원, 양어장, 도서관, 초청 강사, 기업체나 산업체 등의 지역 사회 자원;

- 정보화된 시민을 위한 시사 문헌,
- 인쇄 매체와 비디오, 컴퓨터, 학습 센터, 교육 방송 등의 비인쇄 매체,
- 지역적, 전 지구적인 생물학적 논제의 해결에 참여.

교육과정

1. 결과보다는 과정으로서, 실제 문제를 해결하는 수단으로서 생물학의 유용성을 보인다;

2. 우리의 설명이 임시적이긴 하지만, 우주는 질서와 조화, 균형을 이루며 계속적이고 과학적으로 진보한다는 것을 강조한다;

3. 추론 및 실험적 추리와 과학적 지식의 바탕이 되는 증거를 구별한다;

4. 지구, 사회, 개인이라는 조직체 내에서, 아래의 주제를 친숙하게 제공한다:

- | | |
|-----------|----------|
| · 다양성 | · 구조와 기능 |
| · 에너지 | · 통합 |
| · 지속성과 변화 | · 순환 |
| · 영양 | · 행동 |

5. 아래에 관한 문제들을 개념적인 지식의 적용으로 해결하는 것을 보인다:

- 대기권 (기후 변화)
- 수권 (어류, 물의 공급과 수질)
- 암권 (토양 침식과 비옥함, 광물과 에너지 자원)
- 생물권 (인구, 멸종, 공학적인 영향)

6. 물리학과 수학, 통계학, 사회학, 인문학의 원리를 생물학의 개념과 공유한다;

7. 생물권을 보호하고 유지시키기 위한 정치, 사회적 변화에 대한 전략을 탐구하기 위하여 공유 지식을 적용한다;

8. 생물학적 사고의 진화에 대한 역사적 조망을 제공한다;

9. 구두 또는 문서를 통한, 생물학적 사고의 효과적인 전달 수단을 양성한다;

10. 생물학 관련 진로와 기여도에 관한 인식을 증진시킨다.

평가

1. 학교 안팎으로 끼치는 프로그램의 효과에 대해 피이드백하고 감정한다;

2. 다음 단락의 교사 준거를 이용하여 교수진을 평가한다;

3. 아래에 근거하여 학생 진보 상황을 평가한다:

- 목표와 교육과정, 교수 목표
- 구두와 지필 검사, 실험 평가, 객주관식 평가
- 학생 태도의 변화
- 인지 단계의 변화
- 실험 기능
- 비형식적인 피이드백과 자기 평가.

교사

1. 교사들은 아래의 활동을 하는, 개인적이고 전문적인 자격을 갖는다:

- 과학, 기술, 인문학을 통합하여 생물학적, 사회적인 문제들을 다룬다,
- 지역 사회 활동에 참여하고, 전문 모임이나 출판 활동에도 관여한다.

2. 학교 제도는 개인적, 전문적인 성장 활동에의 참여를 지원한다;

3. 학생과 교사의 관계에 있어서, 교사는:
· 과학적인 문명인과 적극적으로 참여하는 시민 역할을 모델화한다,

· 학생들이 협동적으로 문제를 해결하고 사고를 견줄 수 있는 기회를 제공한다,

· 세계에 대한 과학의 역할에 관해 긍정적인 태도를 기르는 환경을 만든다,

- 인간 본래의 가치와 개인의 독창성을 인정한다,
- 충분한 지적, 감성적 발달을 강화시키는 수단을 추구한다.

화학에서의 수월성의 증거

화학의 수월성 프로그램은 종합 프로젝트의 Desired State of Chemistry Teaching in Secondary Schools의

모델에서 확인한 네가지 목표군에 중점을 둔다. 다음의 준거들은 화학 교수 목표를 성취하기 위해 다른 것들과 함께 제시되어야 하는 조건을 말해 준다. 그들은 소모적이지도 배타적이지도 않다.

개인적인 욕구

학생들의 아래와 같은 이성적 사고 능력을 발달시키는 기회를 제공한다:

1. 사실적 정보의 경로 해석;
2. 정보의 논리적인 조직;
3. 자료의 올바른 진술의 식별에 논리적인 분석 사용;
4. 인과 관계와 대응 관계의 현상 구별;
5. 실험 탐구와 경험을 통한 귀납연역적인 정보 획득;
6. 특별한 상황을 도출하기 위한, 활동과 결과의 많은 가능한 과정 창안.

사회적 논제

아래에 의거하여 학생들이 화학 관련 사회 논제들을 인식하고 해결책을 찾는 기회를 제공한다:

1. 화학에 근거하여 해결책을 찾는 데 있어 실세계 상황의 고려;
2. 화학 관련 시사에 중점;
3. 화학 관련 논제들의 복잡성과, 가능한 결과의 다양성 강조;
4. 의사 결정 과정에서 과학, 기술적인 정보를 사용한 설명;
5. 화학 관련 사회 논제를 공략하는 여러 학문에 걸친 실용주의의 예시;
6. 여러 학문 분야에 걸쳐 있는 많은 사회적 논제들의 예증을 위해 여러 학문 분야의 인적 자원의 활용.

진로 교육

학생들이 아래를 통해 화학 분야나 관련 분야로의 진로에 관해 학습하는 기회를 제공한다:

1. 전문 협회와 기업체에서 나온 진로 정보;
2. 화학 또는 관련 분야에 종사하는 인적 자원.

학문적 대비

전문적, 직업적으로 화학을 공부할 학생에서부터 교양 교육으로써만 화학을 배울 학생에 이르기까지 모든 학생들의 요구에 맞게 아래와 같이 적절하게 가르친다:

1. 구조와 반응, 다른 개념 구조 강조;

2. 화학의 개념과 원리의 통합과 설명;
3. 학생들의 지식과 경험의 화학과의 통합;
4. 법칙의 일상적인 적용과 정의에 대비되는 새로운 상황에서의 개념과 원리의 적용 강조;
5. 새로운 상황에 지식을 적용하고 독립적으로 새 지식을 발견해내는 지적인 기술의 발달 육성;
6. 과학적 과정의 가치와 탐구 정신 고양.

물리학에서의 수월성의 준거

물리학 시범 프로그램은 다음 다섯 가지 준거들로 특징지어진다:

목표

1. 자료를 수집하고, 기록하고, 조직하고, 해석하고, 그 해석을 적용하여 설명하는 기회를 제공한다;
2. 수학적 기술을 사용하고 정량적 추론을 증진시킬 수 있는 기회를 제공한다;
3. 물리학이 지식의 축적 뿐 아니라 과정이라는 이해를 증진시킨다;
4. 학생들이 실세계를 평가하는 데 있어서 정성적 정량적 분석을 강조한다;
5. 관찰과 추론, 의견, 사실 간의 구별을 역설한다;
6. 인간 창조의 다른 분야와 과학 지식과 기술을 관련 짓는다;
7. 모든 학생들에게 물리적 과정을 적용할 기회를 제공한다.

교육과정

1. 실험, 토론과 소그룹 활동, 학교 외 경험 등은 문제 해결 방법의 또 다른 형태로 활용한다;
2. 프로그램은 사상이 진화된 방법의 지식에 근거하여 잘 전개된 내용 요소를 가진다.

수업

1. 교사는 창의적인 사고와 실험 활동을 강화시킨다;
2. 발견의 회열은 물리학 과정의 시초이다;
3. 교구는 다루기 쉬워서 교사가 변화의 요구에 쉽게 이용할 것이다;
4. 다양한 교수 형태는 소대그룹 지도, 또래 지도, PSI와 같은 완전 지향 접근, 시범, 분단 실험, 발문과 토론, 현장 학습, 개인 조사 연구, 다중 매체 접근 등을 포

함한다;

5. 수업 환경은 많은 재미있는 경험과, 탐구하며 자료를 모으고, 다른 방법으로도 실험하고, 호기심을 자극하는 기회를 제공한다;

6. 프로그램은 물리학의 적용 뿐 아니라 기초 물리학, 과학적 과정, 사실과 원리, 일반화에 관한 지식을 발달시키는 기회를 제공한다.

평가

1. 학습 결과 뿐 아니라 학생의 노력과 학습 과정에 따른 진보 상황에 관한 정보를 제공한다;

2. 인지 능력, 성숙도, 배경 등의 개인차를 공정하게 고려한다;

3. 평가 과정은 프로그램의 목표와 명백하고 직접적으로 연계한다;

4. 연구 기획, 지필구술 검사, 서술형 질문 등의 다양한 방법을 사용한다.

교사

1. 물리 관련 코스 등록, 전문 과학 단체 참여, 지역 사회의 자원 활용 등을 통한 자아 발전에 관심이 있다;

2. 물리학을 좋아하고 즐긴다;

3. 연구 활동에 있어 수월성을 요한다: 경솔하고 불완전한 과제는 받아들이지 않을 것이다;

4. 초등에서 중등에 걸쳐 전제적인 과학 교육과정에 적극적으로 참가한다.

STS에서의 수월성의 준거

STS 프로그램은, 모든 민주 시민들로 하여금 바른 정책 결정을 할 수 있게 과학과 기술에 관한 기본적인 이해를 주는 데 있다. 이 이해는 모두 참여하는 민주주의 사상에서 '위임'하는 데 필수적인 것이다. 이는 새로운 사회 기능적 문명이다.

목표

1. 과학과 기술을 비교, 대비하고, 과학과 기술이 얼마나 새로운 지식과 권력에 기여하는지 알아내는 기회를 제공한다;

2. 과거와 현재에 걸쳐 과학과 기술의 커다란 변화가 사회, 경제적 성장과 정치의 과정에 얼마나 영향을 끼쳤는지의 예를 든다;

3. 국가 발전과 지구 생태에 큰 영향을 끼치는 과학과 기술, 사회의 관련성에 대해 광범위한 조망을 제공한다.

교육과정

1. 학생들과 그들의 가족, 지역 사회에 영향을 끼치는 논제를 포함하고, 그들과 더 의미 있는 주제를 관련시킨다;

2. "우리가 어떻게 알 수 있을까?", "우리가 어떤 식으로 더 배울 수 있을까?"의 의문 같은 STS 지식을 얻을 수 있는 활동적인 과정과 절차에 중점을 둔다;

3. 의사 결정 전략을 소개하고, 실제 문제의 결론을 내리는데 전략을 사용한다;

4. 관련서를 읽거나 인터뷰를 통해 정보를 수집하고, 보고서를 작성하는 기회를 제공한다.

수업

1. 많은 논증들이 도래, 성인, 전문가의 추론 과정에 기초를 두고 탐구한다는 가정을 검토하는 다양한 교수 전략을 취한다;

2. 논증의 타당도를 검사하는 기술을 육성하고, 그릇된 결론으로 이끌며 걸으려는 그럴싸한 추론의 예들을 고려한다;

3. 학생들이 특정한 사건에 연관된 감정과 가치를 검토하게 동기화시킨다;

4. 현장 견학, 초청 강사, 매체 정보, 영상, 학생 기획, 역할 놀이, 모의 실험 등을 잘 활용한다.

평가

1. 예로써, 학생들이 덜 익숙한 STS 문제를 분석하거나 친숙한 문제들에 관한 대안 방안을 제안할때, 분석과 추론의 기술을 평가하는 비관계적인 기술을 선호한다;

2. STS 문제와 해결책의 이해와 인식을 더욱 증진시킬 수 있는 기술을 개발한다;

3. 수업과 교육과정의 계속적인 개선을 위하여, 학생 추론의 약점과 이해의 결함을 확인한다;

교사

1. 여러 분야에 걸쳐 조망하기 위해 자연 과학과 사회 과학을 함께 설명한다;

2. 지역 산업체, 정부, 언론 기관, 각종 동호 모임 등의 지역 사회 인간 자원을 활용한다.

환경 교육에서의 수월성의 증거

효과적인 환경 교육은 여러 학문에 걸쳐 실시되지만 과학 분야에 가장 밀접하다. 그것은 대리 경험 뿐 아니라 환경에 대한 사고 실험을 포함한다. 학습자의 관심과 활동에 관한 이해와 인식을 증대시킨다.

목표

가치 분석과 함께 창의성과 비판적 사고를 발전시키고 실행하게 한다. 교사와 학습자는 환경 문제에 관한 대안적 해결책을 찾고, 윤리적, 사회적, 생태학적으로, 또 경제적 비용과 기타의 이점을 평가할 수 있을 것이다.

교육과정

1. 인간과 환경의 상호 작용에 대해 학습자가 흥미를 느끼도록 활동과 정보를 제공한다;
2. 학습자 주변 세계를 효과적으로 탐구하기 위한 적절한 방법을 증진시킨다;
3. 학습자가 직접적으로 주변 세계와 그들의 관계를 조사 연구하게 한다.

수업

1. 개방적인 마음과 대안의 생성과 검토를 육성한다;
2. 창의성과 비판적 사고력을 강화, 육성한다;
3. 학습자의 사회적, 지적, 발달 성숙도를 중요시한다;
4. 과학을 지적이고 감성적인 다른 영역과 연계시킨다;
5. 학습자가 환경 운동 촉구에 참여하는 기회를 제공한다; 그리하여 단체와 개인이 환경에 긍정적인 영향을 끼칠 수 있다는 확신감을 함양시킨다;
6. 우리의 건강과 복지, 지위 향상 등과 생태계의 구성 요소들을 관련 짓는다.

평가

효과적인 프로그램과 자료들은 아래를 제공한다:

1. 진술 목표, 목적, 산출에 근거한 평가 설계;
2. 진술 목표와 목적에 관한 프로그램과 자료의 현장 검사;
3. 지속적인 동기화와 피드백.

교사

환경 교육자는 누구인가? 교사와 행정가를 포함하는

정규 교사와 자연 학습장, 주택 센터, 박물관과 일련의 프로그램을 제공하는 기타 시설의 비정규 교사들이 아래와 같이 실시한다:

1. 동료에게 환경 교육 지침을 배포한다;
2. 환경 문헌을 증대시키도록 서로 격려한다;
3. 학습자 행동에 대한 명백하게 진술된 목표와 목적을 가진다;
4. 공정하고 정직하게 반대 논제들을 다룬다;
5. 무엇을 생각하느냐가 아니라 어떻게 생각하느냐를 가르친다.

에너지 교육에서의 수월성의 증거

에너지 교육의 수월성 프로그램은 여러 분야의 학문과 관련된다. 또한 학생들이, 그들 자신에 관한 이해를 증진시키고 삶의 질을 높이기 위해 인문학, 자연 과학, 사회 과학에서의 지식을 사용할 수 있게끔 도와 준다. 과거와 현재, 미래의 에너지 자원과 사용에 관한 연구는 자연계와 사회 체계 안에서의 인간 상호 작용에 중점을 둔다. 학생들은 윤리학과 가치학, 미학 등과 관련지어 의사를 결정한다. 그들은 당대의 에너지, 환경, 경제 문제에 책임 있게 행동하는 것을 배운다. 프로그램은 세계의 에너지 실태와 논제, 미래에 관한 균형있고 목표 지향적인 견해를 제시한다.

목표

1. 우리의 생활과 경제, 사회면에서 에너지의 사용을 이해한다;
2. 가정과 학교, 직장에서의 에너지 관리와 사용 기술을 발달시킨다;
3. 에너지 자원과 에너지 전환에 관한 지식을 습득한다;
4. 공공이나 개인의 에너지 논제와 정책에 대해 체계적으로 검토하고 반응하기 위한 논리적인 의사 결정 전략을 증진시킨다.

이러한 목표를 성취하기 위한 지식은 현재 대다수의 교과에서 찾을 수 있다. 그러나 수월성 프로그램은 교과과정의 조직, 목적과 학습 활동의 선택과 강조, 실질적인 교사 행동을 다룬 면에서 매우 다르다.

교육과정

1. 잘 추려진 교육과정 자료들은 학생들에게 에너지 문명의 필요성을 납득시킨다;
2. 연구 문제와 논제 뿐 아니라 해결책에 관해 지역 사회에 의지한다;
3. 상호내부 단계간의 일치된 표현으로 에너지 개념과 실제, 태도를 일련되게 발달시킨다;
4. 평가 기술은 정의적, 인지적 목표를 반영한다.

목적과 학습 활동

1. 내용 요소와 수업 활동은 인문학, 자연 과학, 사회 과학 등과 광범위하게 연관된다;
2. 에너지와 같은 개념 영역: 기본적 욕구, 에너지 사용의 한계, 에너지 선택에 있어 환경적·사회적인 영향, 에너지 정책과 에너지 미래 등은 하나의 커다란 주요 맥을 이룬다;
3. 목표와 학생 산출을 정의적, 인지적 산출과 위계있게 선택한다.

교사

1. 교사는 개방적이고 탐구적, 목표 지향적인 태도로 논제와 문제점들을 다루는 지식과 교수 기술을 가지고 있다;
2. 교사는 그들이 기대하는 학생 발달의 행동 모델이다.

탐구에서의 수월성의 준거

탐구의 수월성은 교육과정, 학급, 수업, 평가, 교사의 특성을 고려하여 정의한다.

1. 모든 학생을 위한 교육과정은, 과학적 과정 기술, 과학적 탐구의 본질, 태도와 가치, 개인적인 욕구와 목표 등을 고려하여 계획된 산출을 명백하게 진술한다.
2. 탐구 수업에서 자료와 기구들은 학생들의 조사 연구를 자극하도록 잘 조직되고 유용한 것이며, 교실은 부당한 문제나 시간 손실 없이 다양한 활동을 할 수 있도록 융통성있게 물리적인 배치가 되어 있다.
3. 탐구 수업은 토론, 조사 연구 실험, 학생 탐구, 강연, 논의 등의 방법으로 다양하게 실시한다. 교사는 논

쟁거리, 검사 가치, 인정 오차, 간과하는 당면 문제들에 있어 역할 모델을 제공한다. 수업은 학생들이 질문하고 활동하는 분위기로 조성한다; 이는 단순히 교과서를 마치기위해 생각 없이 이끌어가는 것 보다는, 목적과 사상, 현상 등에 대해 철저하고 심도있는 탐구를 자극한다.

4. 평가 기술과 도구는 탐구 학습에 관한 학생 산출이 의미있게 평가되도록 선택, 사용한다.

5. 교사는 탐구 지도의 결정적인 역할을 한다. 유능한 교사는 탐구를 존중하고 탐구 지향적인 활동을 격려하며, 무언가를 알아내는 방법으로 탐구를 사용하는 데 숙련되어 있다.

과학 교수와 진로 인식에서의 수월성의 준거

과학 교수와 진로 인식 시범 프로그램은 아래 준거들로 특징지워진다.

목표

1. 과학이 과학자, 공학자, 관련 학자들만이 아니라 모든 분야의 유무보수 연구자들에게도 영향을 미친다는 것을 이해한다. 오늘날의 민주 시민은 집진하는 기술 사회에서 경쟁적으로 역할을 하기 위해서는 적어도 기본적인 생활 과학과 물상 과학의 원리에 정통해야 한다;
2. 성별, 인종, 종교, 국적이나 장애 조건 등을 초월하여, 모든 집단 내에서 직업상의 성공을 위해서는 흥미와 적성이 필수적이라는 것을 이해한다;
3. 과학적 원리와 과정을 적용해서 개인적, 사회적, 직업상의 결정을 내릴 수 있다;
4. 일치 능력같은 본질적, 개인적인 태도와 인간 상호 작용의 기술을 제시한다;
5. 과학 관련 진로에 관한 정보를 찾고, 그들의 흥미와 적성에 관한 정보를 평가하고, 그들이 추구하는 결론을 좇아 행동한다.

교육과정

1. 정규 과학 코스에서 과학적 원리가 직장과 가정, 지역 사회에 적용되는 예시를 든다;
2. 성별과 인종에 관계 없이 모두가 과학을 사용하는 방법을 보이고, 직업과 교육적 배경의 범위를 포함하는,

학생과 역할 모델간의 상호 작용을 제공한다;

3. 학생들에게 과학적 기술을 토대로 하는 진로들에 필요한 교육과 경험에 관한 정보를 주고, 더 많은 진로 정보를 얻는 방법을 가르친다;

4. 학생들이 과학적 기술이 어떻게 사용되는지 알 수 있도록, 다른 교과들과 통합하여 과학 교수를 실시한다.

수업

1. 학생들이 개인적으로, 협동적으로 진로에 관계되는 과학 활동에 직접 참여한다;

2. 첨단 기술과 진로 정보에 관해 개인이나 지역 사회 자원을 이용한다;

3. 다양한 학생들에 맞는 학습 전략과 난이도, 유인 형태 등을 취한다.

평가

1. 과학 교수에 진로 인식의 중요성을 반영하고, 평가는 학습 프로그램 진행에 필수적인 부분이다;

2. 아래의 가능한, 다양한 평가 절차를 포함한다:

- 정의적, 인지적 발달을 평가한다;
- 학생들의 진로 결정을 돕는다;

프로그램을 변화시키는 데 자료를 사용할 수 있다;

3. 학생과 학부모, 행정가, 지역 사회가 평가를 보고 하고 사용한다.

교사

1. 준거들에 맞게 성공적으로 하고, 그 실행들이 직무 평가에 고려됨을 안다;

2. 과학 진로 적용에 대해 알고, 그들의 취미로부터 끌어내고, 가르친 경험을 연구하며, 그들의 열의를 학생과 함께 한다;

3. 과학 진로 인식과 학생들에게 정보를 전달하는 능력을 넓히고 새롭게 하는, 현직 연수에 참여한다.

학교 외 시설에서의 수월성의 준거

과학 교육은 평생, 그리고 연중 무휴로 실시되어야 한다. 형식적 학교 교육이 과학의 문명에 영향을 끼치는 중대한 역할을 하지만, 학교만이 책무를 다 해낼 수는 없다. 아동이 고등학교를 마칠 때까지 대략 65,000시간 가량 깨어있는 동안 11,000시간을 교실에서 보낸다. 또 그 기간동안 그들은 15,000시간 TV를 본다 - 이것은

학교 외 활동의 가장 많은 비중을 차지한다. 그렇지만 아직 학습 가능한 많은 시간들이 비어 있다.

보통의 미국인이 "교육"이나 "학교"라는 말을 동의어로 여긴다는 사실은 미국의 공교육, 학교 교육 제도가 훌륭해서 그런 것은 아니다. 과학 교육자는 많은 전문가들이 참여하고 과학 교육 목표를 추구하는 학교 외, 비형식 교육 환경과 학교 외 활동의 중요성을 알아야 한다.

비형식 학습 기관은 박물관, 동물원, 양어장, 자연 학습장 등의 기관에서부터 정원 가꾸기, 신문 읽기, TV 보기, 스카우트 활동하기 등의 경험적 활동까지 포함한다. 이러한 후자의 활동 경험들은 형식적 평가를 하기에는 너무나 다양하기 때문에, 학교 외 시설에서의 과학 수월성 학습 기회들은:

1. 과학에 있어서 어떠한 문제나 논제들을 명료하게 정의한다;

2. 방문객들에게 아래를 제공한다:

- 호기심과 열성;
- 프로그램을 지탱하는 과학적인 과정 의식;
- 인간적으로 과학자를 바라보는 기회;
- 시간이 완전히 정지한 것이 아니듯, 마치 기술의 흐름으로 제시되는 정보;
- 명확하게 제시된 인지적 정보;
- 참여, 발견, 탐험과 같은 구체적 경험;
- 과학의 어떠한 단면은 과거, 현재, 미래의 기술과 연루되어 있다는 인식;
- 제시된 과학 내용이 사회적인 것과 연루되어 있다는 인식;
- 소비자로서, 결정권자로서, 또는 진로 선택시, 과학에 참여하는 기회의 인식;

3. 평생 학습을 증진시키고, 비형식 기관을 넘어서 경험을 확장시키는 보조 자료를 소유한다;

4. 평가를 위한 조직체를 포함한다;

5. 피이드백을 하기 위한 책임성있는 전시를 하고 프로그램을 수행한다. 방문객들이 전시와 프로그램에 얼마나 영향을 끼칠까?

초등 예비 교사 교육에서의 수월성의 준거

프로그램 목표는 이런 교사를 양성한다:

1. 과학과 사회 교수에 관한 긍정적인 태도를 함양한다;

2. 학생들이 인생에서의 과학의 중요성을 인식하게 한다;

3. 수월성의 국가 준거에 맞는 코스를 이행한다;

4. 전문적인 단체와 현장 교육에 참여함으로써 지속적인 과학 학습을 한다.

과학 내용과 과정 코스의 교육과정:

1. 물리, 화학, 생물과 지구과학이 균형 있게 12학기 동안 배분되어 있다;

2. 초등 학교 수업에 구체적으로 적용한다;

3. 과학과 기술의 사회 적용의 예시를 든다;

4. 관찰, 분류, 측정, 해석, 예상, 실험 등과 같은 과학의 문제 해결 과정 능력을 길러 준다.

과학 교수 방법 코스의 교육과정:

1. 과학 기초를 수강한 후에, 적어도 3학기 이상 공부한다;

2. 초등 과정 전반에 걸쳐 학생들의 능력과 사회 경제적, 민족적 배경의 광범위한 사양을 제공한다;

3. 문제 해결이나 과정 기술 발달을 위해 직접 실행해 보는 활동을 제공한다;

4. 긍정적인 태도를 증진시키는 수업 환경을 개발한다;

5. 수업에 매체, 컴퓨터와 기타 모든 적용 기술 도구를 사용한다;

6. 지역 사회 자원과 인원을 포함하여 다양한 교수 전략과, 자료를 사용한다;

7. 과학 활동에 있어서 안전한 절차를 모델로 한다.

수업

1. 직접 경험의 조사 연구 프로그램 시간 중 최소한 30%의 시간 동안 현장과 실험 활동을 적절히 통합하여 과학 내용을 다룬다;

2. 현장 경험은 초등학교 학생에게 과학 과목을 가르치고 계획하는 기회의 공정을 포함한다;

3. 시설과 장비, 교수 자료, 도서관 자료 등은 과학 학습을 향상시키고, 뛰어난 학교 과학 프로그램을 예시가 된다.

평가

1. 과학 내용, 과정과 함께 과학 교수 기술도 평가한다;

2. 수업과 일치한다;

3. 과학 교육과 과학의 현재 프로그램을 유지시키기 위하여 계속적으로 피이드백한다.

기능(faculty) 특성

1. 과학의 내용과 방법 교수 코스는 자격을 부여하고 경험을 쌓게 함과 동시에, 높은 수준의 교수를 제공하는 데 관심이 있어야 한다;

2. 수업 실제에 맞게, 과학 교육을 변환하여 완전한 교수 설계를 하는 기능을 갖는다;

3. 방법에 관한 기능으로, 과학 교수의 특정한 훈련과 경험을 쌓고; 과학 교육 연구와 발맞추고; 전문적인 과학 교육 협회에 참여하여 모범을 보이고; 초등학교와 밀접하게 관계한다.

중등 과학 예비 교사 교육에서의 수월성의 준거

중등 과학 예비 교사 교육에서 시범 프로그램은 아래와 같은 교사를 양성한다:

1. 과학 교육과 과학에 관해 긍정적인 태도를 보인다;

2. 인간 삶에 있어서 과학의 고유 가치를 인식한다;

3. 고등학교 교수에서 수월성의 준거에 맞는 요목을 실행한다;

4. 계속적으로 자기 발전을 추구한다.

과학 개념과 과정의 배경에 대해, 중등 과학 교사를 양성하는 프로그램은:

1. 물리, 화학, 생물, 지구과학, 우주과학, 물상 과학, 일반 과학 중 어느 하나에 관해, 학사 수준의 전문화를 요한다; 또한 적어도 두 가지 이상 더 과학 과목 영역의 증대한 코스웍을 거친다. 각 전문화 과정에서, 그 영역의 NAST 추천 기준 이상을 시행한다;

2. 과학적, 교육적 이용과 통계 해석, 과학 교수에 있어 컴퓨터의 다양한 적용 등의 바탕이 되는, 적어도 기본 미적분학의 수학적 준비를 요한다;

3. 제공되기만 한다면 잘 선택된 코스웍의 20학기 동안, 전공 과학 과목 외의 과목을 보충적으로, 적어도 그 영역의 하한선의 코스웍으로 공부한다;

4. 중등학교 교수에 맞게 특별히 잘 고안된 코스를 통하여, 교육과정의 과학 내용을 섭렵한다;

5. 과학과 기술의 사회적 적용에 대한 이해를 제공한다;

6. 관찰, 분류, 측정과 자료 해석, 예상, 실험 등의 능력을 제공한다.

과학 교수의 교육과정과 접근, 전략에 대해, 중등 과학 교사를 양성하는 프로그램은 아래를 지닌 예비 교사를 양성한다:

1. 학생 지도에 앞서, 적어도 3학기 이상, 이상적인 상황을 제시한 교육학을 수강함;
2. 각기 다른 능력과 사회경제적, 민족적 배경을 지닌 학생들과 함께 효과적으로 공부하는 지식과 기술;
3. 직접 실행해 보는 중요한 과정을 거침으로써 습득한, 개인적인 문제 해결과 과정 기술;
4. 과학에 관해 긍정적인 태도를 증대시키는 수업 환경으로 이끄는 지식과 기술;
5. 과학 수업에 적절하게 매체와 컴퓨터, 여타 공학 적 기구를 사용할 줄 아는 능력;
6. 지역 사회와 인간 자원을 포함하여, 다양한 교수 전략과 자료를 사용할 줄 아는 능력;
7. 과학 활동을 안전하게 실행하는 방법의 이해;
8. 과학 학습의 내용 뿐 아니라 과정까지 평가하고, 교수와 일치하게 학생 진보 상황을 평가하는 기술에 관한 이해.

예비 교사 양성 프로그램은 아래를 제공하도록 신중하게 조직해야 한다:

1. 직접 경험의 조사 연구 프로그램 시간 중 적어도 30% 이상의 현장 활동과 실험 활동;
2. 모범적인 과학 교수를 참관하고, 학교에서 아동들을 가르치고, 적절한 피이드백과 강화를 하는 기회: 이 프로그램은 참관과 개인 지도로써 프로그램의 초반부에 해야하고, 서서히 소대그룹 교수의 다양한 형태로 진행해야 한다;
3. 과학의 계획과 교수를 제공하도록 적어도 한 중등 학교에서, 적어도 한 학기 이상 실제 교사로서의 전일 근무: 한 학년, 과학의 한 영역 이상의 학생지도를 강력히 추천한다;
4. 각기 다른 능력과 사회경제적, 민족적 배경을 지닌 학생들에 관한 경험;
5. 전형적으로 탁월한 과학 교수와 학습 프로그램에서의 설비, 도구, 교수 자료와 도서관 자료 등에 정통함;
6. 과학 교육과 과학의 현재의 프로그램을 유지시키기 위한 지속적인 피이드백 과정.

중등 과학 예비 교사 교육의 기능으로:

1. 자격과 경험, 높은 수준의 교수의 제공에 관심을 둔다;
2. 과학 교수에 있어 모범적인 교수 설계와 실제를

보인다:

3. 과학과 과학 연구 추세에 발맞춘다;
4. 과학 교육의 전문 협회에 참여한다;
5. 협력 중등학교와 계속적인 유대를 맺는다.

과학 장학에서의 수월성의 증거

장학사:

1. 과학 교사들과 능숙하게 의견 교환이 가능할 정도의 과학 지식을 알고 있다;
2. 해당 지역구를 초월하여 전문 활동에 적극적이다;
3. 학생들을 위한 방과 후 또는 방학 중 프로그램을 계획하고 실행하기 위해 교사들과 협동한다;
4. 창의적이고 재능 있는 학생들을 발굴해 내는 지도성과 지원을 제공한다.

계획과 교육과정 전개:

1. 장기적 안목을 가진다;
2. 교사와 행정가를 지원한다;
3. 지역적, 사회적인 요구에 충분히 부응하는 최근의 연구와 목표, 목적들에 근거하여 교육과정을 개정한다;
4. 과학 교육의 모든 차원, 즉 내용, 과정, 태도, STS 등을 포함한다;
5. 과학의 본질과 모순이 없는 학년 제도, 보고 제도를 지닌다.

현직 교사 연수:

1. 교육과정의 장기적인 계획과 목표, 목적과 일치하는 경험을 제공한다;
2. 교사들이 공유하고 해결하고 창의할 수 있는 장소인 과학 센터를 두고 있다;
3. 교사들이 연구, 평가하고 그들과 관련된 지역 문제의 해결책을 추천할 수 있도록 한다;
4. 교사 개개인의 전문적인 성장을 도와 준다.

과학 교육 지원 활동:

1. 지급품, 설비, 교수진 향상에 적절한 예산 지원을 한다;
2. 강점은 유지하고 약점은 보완하기 위해 교사들과 협동한다;
3. 교사와 행정가, 지역 정부 관계자들 사이의 유대물용이하게 한다;
4. 교수진이 진행하고 있는 계획을 지원한다. 끝.