

창의성 신장을 위한 과학과 교수·학습 프로그램 및 자료 개발 -고속카메라를 이용-

김문섭¹, 지찬수^{2*}

¹김화공업고등학교, 강원도 269-842

²강원대학교 과학교육학부, 강원도 200-701

Development of Teaching-Learning Program and Materials on Science for Improving Creativity - Using the High Speed Camera -

Mun Sub Kim¹, Chan Soo Jee^{2*}

¹Gimhwa Tech High School, Kangwon 269-842, Korea

²Department of Science Education, Kangwon National University, Kangwon 200-701, Korea

요약

본 연구에서는 과학창의성 신장을 위한 과학과 교수·학습 프로그램과 프로그램에 사용될 수 있는 학습 자료를 제작하였다. 개발된 자료는 학습지와 고속카메라 촬영 영상이다. 학습지의 문항은 창의력을 기를 수 있는 다양한 학습 방법·적용이 가능한 문항으로 구성하였다. 풍선터지는 장면과 떨어지는 물체에 의한 액체 충돌장면을 촬영하였으며 학생 도전상황 지도를 위한 교사용 촬영 자료를 제작하였다.

주제어 : 창의성, 상황도출 해결 프로그램, 고속 카메라

서론

오늘날 학교교육에서는 고도의 창의력과 문제해결력을 갖춘 인적자원의 육성을 교육의 중요한 목표로 삼고 있다. 즉, 기존의 지식을 기계적으로 암기하고, 적용하는 능력이 아니라 다양한 정보를 활용하여 창의적 아이디어와 문제해결방법을 창출할 수 있는 능력의 신장이 중요시 되고 있으며, 그리하여 교육현장에서 창의력과 문제해결력에 대한 관심이 높아지고 있다(박성익 등, 2006). 그 중요성은 제 7차 교육과정의 기본 방향과 목표에서도 강조되고 있다. 기본 방향은 창의적 문제해결력은 미래지식기반 사회뿐만 아니라 현대사회에서 요구하는 인간상으

로서 가장 중요하게 간주되는 능력으로서 과학은 탐구활동 등을 통하여 창의성을 신장시키는데 효과적이므로 새 교육과정에서는 제 7차 과학과 교육과정과 달리 과학현상과 관련된 문제를 창의적이고 과학적으로 해결하는 것을 물리1 교육의 중요목표에 포함시켰다(교육인적자원부, 2008). 그러나, 국제과학성취도 평가에서 우리나라 학생들은 학년이 올라갈수록 과학에 대한 관심과 흥미가 낮을 뿐 아니라, 과학 성취도도 초등학교에서는 높으나 점차 고차적 사고력이나 창의적 문제해결력을 필요로 하는 중학교, 고등학교로 올라갈수록 점점 낮아지고 있음을 지적하고 있다(해외교육정보, 1998). 이에 대한 원인 중의 하나는 비록 우리나라 과학과 교육과정이 창의적 능력과 문제해결의 중요성을 제시하고 있더라도 교과서나 교육현장에서의 수업방법 및 자료가 학생들의 창의적 문제해결력의 증진과 과학에 대한 관심을 뒷받침해주지 못하였기 때문이라고 지적되고

* 교신저자 : csjee@kangwon.ac.kr

• 2010년 6월 25일 투고, 2010년 8월 9일 1차 수정, 2010년 8월 16일 2차 수정, 2010년 8월 17일 통과

있다. 왜냐하면 창의성 개발 방법으로는 영역특수적인 입장에서 교과교육의 내용을 고려하기 보다는 영역보편적인 입장에서 교과내용과 별로 관련이 없는 일반적인 창의적 사고능력을 기르는 프로그램이 대부분이기 때문이다(김명숙과 최인수, 2005). 따라서 과학교과 영역에서 과학창의력 개발을 위한 효과적인 교수-학습방법 및 자료의 모색과 그에 따른 효과적인 과학 창의성 교육프로그램의 개발은 다양하게 충분히 이루어지고 있는 편이라고 보기 힘들다(박성익 등, 2006). 그러므로 학생들의 과학창의성을 신장시켜주기 위해서는 학생의 발달수준에 적합한 과학창의성 교육프로그램 및 자료를 개발하여야 할 것이다(정현철 등, 2002).

과학 창의성 신장은 학습자들에게 유창성, 융통성, 독창성, 정교성 등 창의성이 발휘될 수 있는 좋은 학습 자료가 제공될 때 가능할 것이다. 좋은 학습 자료의 조건은 첫째, 학생들에게 흥미 및 다양한 궁금증이 발휘될 수 있어야 할 것이다. 이를 통해 유창성을 키울 수 있다. 둘째, 발생된 흥미 및 궁금증을 통해 다양한 실험상황을 학생 스스로 구성할 수 있어야 한다. 이 과정을 통해 융통성 및 독창성을 기를 수 있다. 셋째, 제시되고 학생 스스로 새롭게 구성한 실험상황 속에 다양한 과학적 개념이 들어 있어야 한다. 학생 자신은 실험상황에 대한 과학적 개념의 적용을 통해 정교성이 길러질 것이다(경상북도 교육청, 2005). 그러나 과학교육에서 효과적인 창의성 신장을 위한 교수-학습 자료의 개발이 적극적으로 이루어지지 않았다(강호감 등, 2001).

이에 본 연구에서는 중학생 및 고등학생들의 과학 창의성을 신장시켜주기 위한 교수-학습 프로그램과 이에 적용시킬 학습 자료를 고속카메라를 이용해 제작해 보고자 한다. 이를 통해 과학 창의성 신장을 위한 구체적인 실천전략을 제시하고자 한다.

이론적 배경

창의성과 과학창의성의 개념

창의성이 독창적(original)이고 유용한 산물(useful product)을 만들어 낼 때 나타나는 것이라는 데에 학자들 간에 많은 의견일치를 보이고 있음에도 불구하고 창의성이 무엇인가에 대해서는 여전히 많은 이견들이 존재한다(경상북도 교육청, 2005). 전경원(2000)은 이러한 다양한 창의성의 정의와 개념이 범람하는 상황을 혼란스럽다기보다는 창의성에 대해 개방성을 갖고

있다고 보고 창의성에 대한 다원주의를 적극적으로 수용해야만 진정한 의미의 창의성의 발전을 기대할 수 있을 것이라 제안하였다.

대표적인 창의성 요소에 관한 입장을 정리하면, Guilford(1959)는 창의성 개념을 구성 요소들에 의해 구체화 하면 유창성, 융통성, 정교성, 독창성의 4요소를 창의성의 구성요소로 설명하였다. 유창성은 특정한 문제 상황에서 가능한 많은 양의 아이디어를 산출하는 능력이다. 융통성은 고정적인 사고방식이나 시각 자체를 변환시켜 다양한 해결책을 찾아내는 것이다. 독창성은 기존의 것에서 탈피하여 참신하고 독특한 아이디어를 산출하는 능력으로, 정교성은 자세하고, 세부적이며, 구체적인 수준으로 기본적인 아이디어를 보다 재미있고 완전한 것으로 다듬고 확대시켜 가는 능력으로 설명하고 있다.

창의성의 최근의 연구에서는 특정영역의 지식을 강조하는 경향이 두드러지게 나타나고 있다(박성익, 1997). 이러한 영역 특수적 입장에서 과학창의성 개념을 정리한 장지은(2005)은 과학창의성을 과학영역과 관련된 사람이 과학의 상징, 규칙, 절차의 영역에서 과학사회에서 인정하는 새로운 사고를 생성하는 능력이라고 정의하고 있다. 즉, 창의성은 영역 특수적이기 때문에 과학창의성은 일반창의성과는 달리 과학이라는 특정교과를 전제로 한 현대의 과학문명사회에서 가치 있다고 평가받을 만한 창의적 정신활동이라고 개념화 할 수 있다(김명숙과 최인수, 2005).

박종원(2004)은 과학창의성의 세 가지 구성요소로 과학내용, 과학적 탐구기능, 창의적 사고를 지적하고 있다. 한편 최경희와 조연순(2000)은 과학의 내용지식, 과정지식, 창의적 사고기능을 과학창의성의 통합적 구성요소로 제공하였다. 여기에서 내용지식은 과학개념이 유기적으로 통합되었을 때 더 큰 유용성을 발휘한다고 한다. 과정지식은 관찰, 분류, 측정, 예상, 추리와 같은 기본적 탐구 과정과, 문제인식, 가설설정, 변인통제, 자료변환, 자료해석, 결론도출, 일반화등과 같은 통합적 탐구과정을 가리킨다. 그리고 창의적 사고기능은 창의적 문제해결능력이 과학창의성 신장에 가장 효과적인 것으로 파악되고 있다.

이상의 논의들은 과학교과를 통해 과학창의성을 향상시키고자 할 때, 그 학습활동에는 과학적인 내용을 포함하면서, 과학적인 탐구기능이나 활동을 포함해야 하며, 교수-학습활동에서 제시되고 있는 다양한 문제들이 창의적 사고를 통해 해결되어야 함을 강조한다. 이러한 필수적인 요소들을 고려한다면, '과학창의성'이란 과학적 지식과 탐구기능을 기반으로 과학현상에

서 문제를 찾아내고, 과학적 탐구과정에 적합하면서도 창의적인 문제해결방법을 만들어내는 능력으로 규정할 수 있다.

창의성 사고기법

창의성 사고기법은 전 세계적으로 300가지 이상으로 알려져 있고 다양한 문제를 새롭게 해결하기 위해 특정한 한 가지 기법만이 도움을 주는 것이 아니므로, 문제와 상황에 따라 적절한 기법을 선택하여 사용하는 것이 좋다(전경원, 2000). 김영채(2004)는 창의적 사고에서 사용할 수 있는 기법으로 아이디어 생성을 위한 기법(발산적 사고 기법), 아이디어를 사정·개발·선택하기 위한 기법(수렴적 사고 기법) 및 아이디어를 실천하고 행위화 하기 위한 기법(행위계획을 위한 기법)을 제안하였다. 발산적 사고기법은 아이디어들을 많이, 다양하게 그리고 독특하게 생성해 내기 위한 기법으로 브레인스토밍, 유추법, 형태학적 분석법, 스캠퍼, 연상법, 육색 사고 모자 기법, 마인드맵 등이 있다. 그러나 창의적인 아이디어들을 생성해 내는 것만으로는 충분할 수가 없다. 왜냐하면 우리는 여러 개의 아이디어 가운데서 최선의 해결책만 찾아내고자 하기 때문이다. 그래서 수렴적 사고기법으로 하이라이팅 기법, 역 브레인스토밍, ALU(PMI), P-P-C 대화 기법, 평가 행렬법 등이 있다.

과학창의성 신장을 위한 학습과정

과학창의성을 신장시키기 위해서는 창의적 문제해결능력, 탐구능력, 과학영역지식과 같은 능력요인들의 함양이 필요하다. 각 능력요인을 신장시키는데 필요한 학습과정으로는 창의적 문제해결과정, 탐구학습과정 등이 있다.

표 1. 창의성 신장을 수업모형(프로그램)의 비교

CPS (Creative Problem Solving)	문제파악			아이디어창출			실행계획 세우기	
	과제 찾기	자료 찾기	문제찾기	아이디어찾기			해결방법 찾기	수용할 것 찾기
FPSP (Future Problem Solving Program)	도전과제확인	핵심문제 선정		해결 아이디어 생성	판단 준거 생성	판단 준거 적용	실행계획 개발	
일반적 탐구과정	관찰	문제도출		가설			실험	결론
본 프로그램 학습 단계 (상황도출해결 프로그램)	기본 상황 제시	기본 상황 해결	도전상황도출, 해결활동			확장 상황 제시	확장 상황 적용	
			도전상황 도출	도전상황 해결활동	결론도출			

첫째, 창의적 문제해결과정이란 잘 정의되지 않은 문제를 해결하기 위해서 기존지식이나 새로운 자료를 기반으로 다양한 아이디어를 생성하여 문제를 해결하는 고차원적인 사고과정을 말한다(Torrance, 1977). 창의적 문제해결과정을 종합해 보면, 필수적인 단계는 관심영역 발견, 자료발견, 문제발견, 아이디어 발견, 해결책 발견, 수용안 발견 단계로 구성된다. 이와 같은 창의적 문제해결과정의 각 단계마다 발산적 사고와 수렴적 사고가 순환적으로 이루어지게 되는데, 특히 창의적 문제해결과정에서는 발산적 사고와 수렴적 사고가 균형 있게 이루어져야만 창의적 문제 해결이 효과적으로 이루어지게 된다(Torrance, 1977).

둘째, 탐구학습과정이란 학생들이 지식획득의 과정에 주체적으로 참가함으로써 학생들로 하여금 새로운 지식을 형성하는데 필요한 탐구능력을 습득하게 하는 학습과정을 말한다(최경희와 조연순, 2000). 나아가 이렇게 습득된 탐구능력을 바탕으로 새로운 문제 상황에 적용하려는 적극적인 학습태도를 기르는 것도 탐구학습의 주요한 목표이다. 대표적인 탐구학습과정으로 Suchman(1962)이 제안한 탐구학습과정은 문제 상황에 직면하는 단계, 문제 및 자료 확인 단계, 자료수집 및 실험하는 단계, 탐구결과를 설명하는 단계, 마지막으로 탐구과정의 분석 단계로 구성되어 있다.

연구의 내용 및 방법

본 연구에서는 과학교과 안에서 창의성을 신장시킬 수 있는 방법에 대해 연구하였다. 이를 위해 수행된 연구절차를 보면 다음과 같다. 첫째, 창의성 및 과학창의성의 개념과 구성요소, 과학 창의성 신장을 위한 수업모형등과 관련된 자료들을 수집



감도 (SOS/REI)*6	정지 화상	자동, ISO100, ISO200, ISO400, ISO800, ISO1600
	동영상	자동(수동 노출 모드 고속 동영상: ISO100, ISO200, ISO400, ISO800, ISO1600)
촬영 픽셀 수	정지 화상	RAW, 2816 x 2112, 2816 x 1872(3:2), 2816 x 1586(16:9), 2304 x 1728, 2048 x 1536, 1600 x 1200, 640 x 480
	표준 동영상	640 x 480(30fps)
	HD 동영상	1920 x 1080(FHD HiGFHD 표준, 초당 60장), 1280 x 720(HD LP, 30fps)
	고속 동영상	512 x 384(300fps), 432 x 192(600fps), 336 x 96(1200fps)

그림 1. EXILIM PRO EX-F1의 제원 및 특징

하여 종합·고찰하였다. 둘째, 문헌조사를 바탕으로 과학수업에 적용시킬 새로운 교수·학습 프로그램을 구안하였다. 셋째, 프로그램에 적용시킬 학습 자료를 제작하였다. 학습 자료는 학생들이 수업시간에 이용할 학습지와 고속카메라로 촬영된 영상으로 구성되어 있다.

과학 창의성 신장을 위한 교수·학습 프로그램

앞의 이론적 배경에서 고찰된 바와 같이, 과학창의성의 개념과 창의성 신장 방법 그리고 과학창의성 신장을 위한 기본적인 학습과정인 ‘창의적 문제해결과정’, ‘탐구학습과정’을 바탕으로 과학창의성 신장을 위한 ‘상황도출 해결프로그램’ 학습모형을 구안하였다.

창의성 신장을 위한 상황도출 해결프로그램은 ‘기본상황 학습 -도전상황 도출- 도전상황 해결활동-확장상황적용’의 4단계로 이뤄지며 본 프로그램에서는 탐구의 과정을 통하여 문제 발견력 및 창의성 신장이 이루어진다.

과학창의성 신장을 위한 학습프로그램의 대표적인 예는 CPS (Creative Problem Solving)과 FPSP(Future Problem Solving Program)이다. 이 학습프로그램의 공통점은 문제 및 도전과제를 주고 그 문제 및 도전과제의 해결활동을 통해 창의성을 신장시키는 프로그램이다. 두 프로그램 공통으로 학습자에게 문제 및 도전과제를 주어 창의적으로 해결하는 과정의 학습모형이다. 이 두 프로그램의 장점을 합쳐놓은 것이 상황도출 프로그램이다. 즉, CPS 프로그램의 문제파악 및 아이디어창출을 첫 단계 기본상황 과정으로 만들었으며 FPSP의 도전과제를 두 번

째 도전상황 활동으로 정했다. 그리고 여러 상황 속에서 일반화된 원리 및 개념을 적용시키는 능력을 키우는 확장상황을 마지막 단계로 정하였다. 이 상황도출 해결프로그램은 일상생활에서 일어나는 현상관찰을 통해 과학현상을 예상하고 이해하는 활동을 통해 과학현상에 대한 창의적 사고활동을 증진시킬 수 있는 모형이다. 아울러 상황도출 해결프로그램에서는 학습자들의 흥미를 유도하고, 과학현상의 이해와 분석을 위한 학습자료로서 짧은 순간 일어나는 현상을 고속카메라로 촬영한 자료와 이를 활용하는 학습지가 제공된다. 이러한 학습자료들은 과학현상의 이해를 촉진시키고 가시적이며 조작적인 과학현상을 제시하여 창의적 사고를 증진시킬 수 있다.

상황도출 프로그램의 기본상황에서는 일상생활에서 쉽게 경험하는 영상이 제시된다. 상황은 짧은 순간에 일어나는 모습의 자료가 제시된다. 그러나 고속카메라로 촬영하는 순간의 모습은 학생들이 볼 수 없는 순간을 자료로 이용하는 것으로 모든 학생이 처음 경험하는 흥미로운 상황이 수업자료가 된다. 따라서 학생들에게서 자연스럽게 흥미를 유도할 수 있는 특징을 가지고 있으며 짧은 순간 영상 속에는 많은 과학적 개념들이 포함되어 있기 때문에 학생들에게 과학적 창의성을 이끌어 내는데 좋은 학습 자료가 될 수 있다.

이후 새로운 상황에 대한 다양한 아이디어를 학생 스스로 찾고 이를 직접 알아보는 도전상황 도출 및 해결활동 그리고 다양한 다른 상황에 적용하는 확장상황 제시 및 적용활동을 통해 창의적 능력을 신장하는 프로그램이다. 기본상황 학습에는 브레인스토밍, 브레인 라이팅 기법 등을 사용하여 확산적 사고가 일어나도록 하였다. 이로 인해 유창성, 융통성, 독창성 등이 신장될 수 있다. 도전상황 도출과정에서는 수렴적 사고가 일어나도록 구성하였으며 도전상황 해결활동에서는 확장적 사고와 수렴적 사고가 동시에 일어나 융통성, 독창성, 정교성을 키울 수 있다. 마지막 단계인 확장상황에서는 일반화 혹은 개별·심화된 상황으로의 확장으로 인하여 과학적 개념을 심화·적용시킬 수 있는 계기가 되며 이를 통하여 특히 정교성을 신장시킬 수 있다.

프로그램 적용 학습자료 개발

본 자료의 촬영장비는 EXILIM PRO EX-F1 제품으로서 그 기능 중 고속 동영상 촬영 기능을 사용하였다. 촬영성능은 초당 1200fps까지 촬영이 되며 자동촬영으로 쉽게 작동할 수 있는

장점이 있다. 촬영상 주의 점은 밝은 날 촬영시 감도를 ISO200 정도로 낮춰 촬영하며 어두운 날에는 감도를 ISO800~1600으로 촬영한다.

본 연구에서 촬영한 영상들은 기본상황 수업시간에 학생들에게 적용할 자료이다. 그러나 학생들에게 제공될 영상자료는 학생들의 수준과 학습단원에 따라 달라야 한다. 이에 기본상황에 적용시킬 수 있는 다양한 순간의 모습을 촬영하였다. 또한, 다양한 순간 및 상황에 대한 선행 촬영 영상을 제작해 교사용 학습 자료를 먼저 만들었다. 교사가 다양한 관찰현상과 이와 관련된 과학개념을 인지한 후 학생들의 도전활동을 지도한다면 학생들의 도전상황 활동이 쉽게 진행될 수 있을 것이다. 선행 촬영된 교사용 학습 자료의 순간 촬영 장면과 촬영장면과 연관

된 과학개념은 다음과 같다.

표 2. 풍선타트리기에서의 관찰현상과 연관 과학개념

관찰현상(관찰 캡처 영상)	연관 과학개념
터지는 순간 물의 모양을 유지하는 모습 (2, 6)	관성, 운동량
터진 이후 퍼지는 풍선 속 물의 모습(3, 4)	빛의 반사, 굴절, 파장
터진 순간 물방울의 튀는 방향과 고무풍선 고무의 운동 (3, 4)	운동량, 충격량, 표면장력,
물속에서 터진 후 퍼지는 물의 모습 (7, 8)	확산, 밀도, 부력

촬영자료 중에는 교사 및 학생들의 예상하기 어려운 다른 특이한 물리학적 현상이 관찰되기도 한다. 그 대표적인 예가 기름이라는 매질 속에 구슬이 떨어지는 경우에 나타나는 제트현

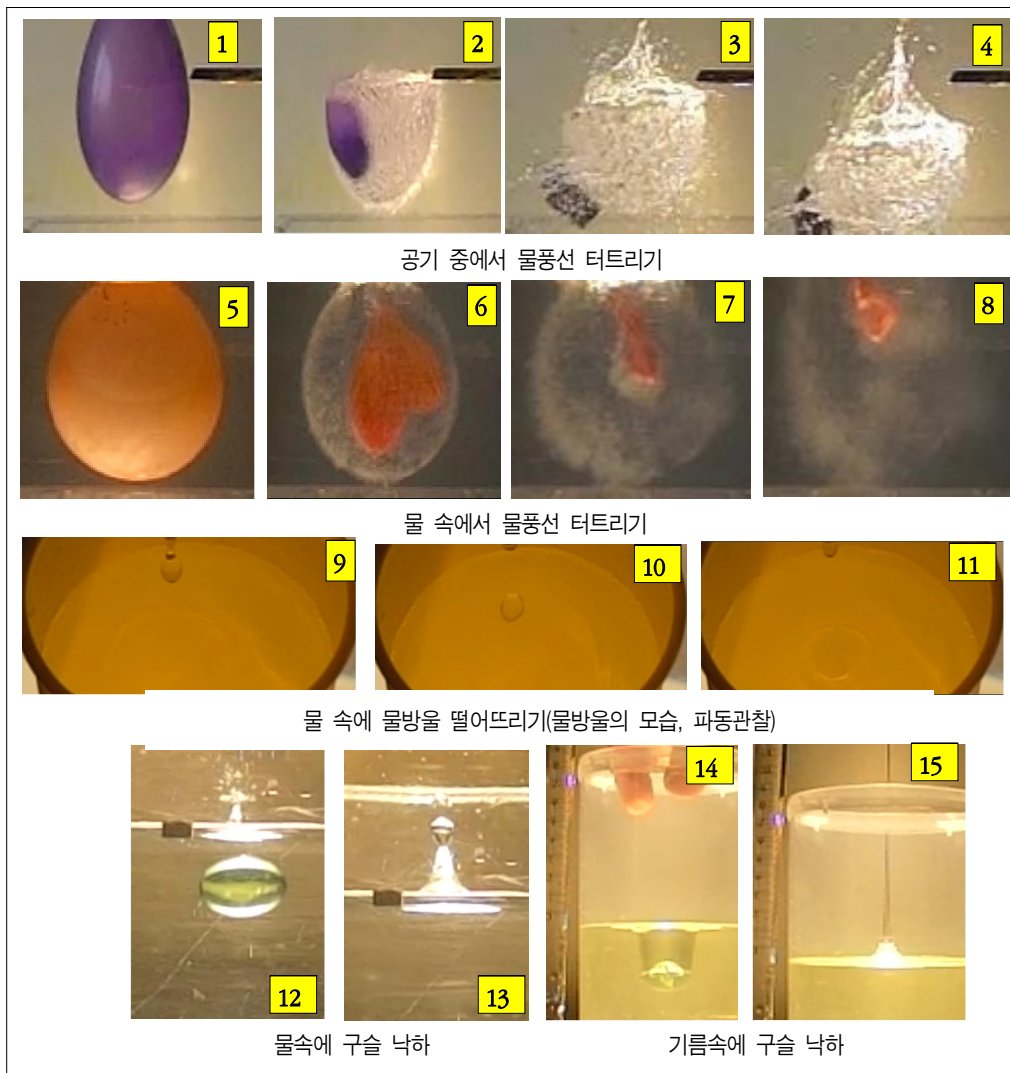


그림 2. 선행 촬영된 교사용 학습자료

상이다(Daniel, 2010). 이러한 경우 학생들은 더 큰 호기심이 생기게 되며 현상 설명을 위해 다양한 창의적 아이디어가 많이 나오게 된다. 이런 경우 학생들로 하여금 도전상황 문제로 선정하게 한 후 도전상황 해결활동으로 자연스럽게 이끌 수 있다.

표 3. 물속에 고체 떨어뜨리기에서의 관찰현상과 연관 과학개념

관찰현상(관찰 캡처 영상)	연관 과학개념
구슬이 떨어지는 모습 (12)	중력, 가속도, 진동, 표면장력
구슬이 물표면과 닿는 순간 모습 (12, 13)	물의 표면장력, 점성, 운동에너지
물이 퍼지고 출렁이는 모습 (11)	물결과, 감쇠진동, 반사, 중첩
기름이 튀는 모습 (15)	제트현상
물이 튀는 모습과 구슬의 운동 (12, 13)	운동량, 충격량, 표면장력

교수-학습 자료 개발

영상은 기본적으로 짧은 순간에 일어나는 모습을 촬영하였다. 짧은 순간에 일어나는 다양한 현상의 상황자체는 일상생활에서 학생들이 쉽게 경험하는 상황이다. 그러나 고속카메라로 촬영하는 순간의 모습은 학생들이 볼 수 없는 순간을 자료로 이용하는 것으로 모든 학생이 처음 경험하는 흥미로운 상황이 수업자료가 된다. 본 연구에서는 풍선 터트리기와 액체와 고체의 충돌의 두 가지 주제로 하여 촬영하였으며 창의성 신장을 위한 수업자료 문항은 다음의 표 4와 같이 만들었다.

■ 상황도출 프로그램 수업방법

본 프로그램의 활동은 기본상황에 50분, 도전상황에 70분 그리고 확장상황에 30분으로 구성하여 고등학교 수업기준 3교시를 기본 프로그램 운영시간으로 하였다. 이를 통해 학생들의

표 4. 프로그램 단계에 따른 풍선터트리기 수업자료

수업자료 문항	창의성신장 기법	프로그램단계																
<p>▶ 질문1. 다음은 물속에 구슬을 떨어뜨리는 순간 어떤 현상들이 일어나는지 세부적이고 구체적(구슬의 변화모습과 운동모습 중심으로, 물의 변화모습과 운동모습 중심으로)으로 열거해보아라. 그리고 그 이유에 대해 설명해 보아라.</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th><자세히 기록할 것></th> <th>구슬운동변화 중심</th> <th>물의 운동변화 중심</th> <th>이유</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>충돌 전</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>충돌 중</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>충돌 후</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	<자세히 기록할 것>	구슬운동변화 중심	물의 운동변화 중심	이유	충돌 전				충돌 중				충돌 후				브레인라이팅 기법	기본상황학습
<자세히 기록할 것>	구슬운동변화 중심	물의 운동변화 중심	이유															
충돌 전																		
충돌 중																		
충돌 후																		
▶ 질문2. 초고속카메라로 촬영된 영상을 보고 관찰되는 것들을 모두 열거해 보아라. 그리고 처음 예상과 다르게 관찰된 현상에는 어떤 것이 있으며 그 이유는 무엇이라고 생각하는가?																		
<p>▶ 질문3. 물 속에 구슬 떨어뜨리기 실험의 변인은 물과 구슬의 두 변인으로 구성되어 있다. 이 변인을 달리 실험한다면 다양한 상황이 관찰될 것이다. 상황을 변화시킬 수 있는 변인들을 찾아보고 그 변인을 변화시켰을 때 어떻게 결과가 달라질지 예상해 보아라. 그리고 그에 따른 실험장치를 구성해 보아라.</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th><자세히 기록할 것></th> <th>변화시킬 수 있는 변인의 종류</th> <th>현상예상</th> <th>실험장치구성</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>물</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>구슬</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	<자세히 기록할 것>	변화시킬 수 있는 변인의 종류	현상예상	실험장치구성	물				구슬				속성 열거법	도전상황도출				
<자세히 기록할 것>	변화시킬 수 있는 변인의 종류	현상예상	실험장치구성															
물																		
구슬																		
▶ 질문4. 새롭게 구성해본 실험상황 중 가장 호기심이 생기거나 이해하고 싶은 것을 선정해 실험해 보아라.(단, 가설설정-탐구설계-실험-결론도출의 과학 탐구과정을 적용해 활동해라.)	ALU 쌍비교 분석법	도전상황 해결활동																
▶ 질문5. 위와 같은 실험을 달에서 동일하게 실시한다면 어떤 현상이 일어날 것인지 예상해 보아라.	속성 열거법 시네틱스	확장상황적용																
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th><자세히 기록할 것></th> <th>달과 지구의 차이점의 요소</th> <th>현상예상</th> <th>이유</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>실험조건(달)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			<자세히 기록할 것>	달과 지구의 차이점의 요소	현상예상	이유	실험조건(달)											
<자세히 기록할 것>	달과 지구의 차이점의 요소	현상예상	이유															
실험조건(달)																		

다양한 창의성 신장을 위한 사고활동과 토론활동 등이 가능하도록 구성하였다.

- 풍선 터트리기 학습 자료를 이용한 수업방법

첫째, 기본상황은 일반적으로 공기 중에서 터지는 모습을 창의성신장을 위한 학습 자료에 이용할 수 있다. 이때 터지는 순간 일어나는 다양한 모습을 예상하는 활동과 관찰하는 활동을 브레인스토밍, 브레인라이팅기법 등을 이용하여 다양한 아이디어가 나올 수 있도록 한다. 그러나 학생 창의성 수준 및 인지능력의 정도에 따라 기본상황의 수준을 달리할 수 있다. 이후 도전상황에서는 학생들은 일어날 수 있는 다양한 상황의 아이디어를 내도록 한다. 예를 들면 풍선 속 매질의 종류(연기, 물, 기름)를 달리하는 경우, 터트리는 위치를 달리하는 경우(아래, 중간, 위), 풍선 속 매질의 양(절반, 가득)을 달리하는 경우, 풍선 주변의 매질을 달리하는 경우(물속에서 터트리기, 기름 속에서 터트리기)등의 다양한 상황의 아이디어를 도출하고 이 중 자신이 하고 싶은 상황을 선정 실험하는 활동을 한다. 여기서는 발산적 사고기법과 수렴적 사고기법등이 사용된다. 마지막 확장상황 적용활동에서는 풍선이 터지는 장소가 다른 천체(달, 목성)로 달라진다면 기본상황과 도전상황의 현상이 어떻게 되는지 통합적으로 이해하는 활동을 하여 정리하도록 한다.

- 물 속에 구슬 떨어뜨리기 학습 자료를 이용한 수업방법
 첫째 물 속에 구슬을 떨어뜨리기 상황은 액체와 고체의 충돌로 인식할 수 있다. 기본상황은 일반적으로 물속에 구슬이 부딪치는 순간 일어나는 다양한 모습을 창의성신장을 위한 학습 자료에 이용할 수 있다. 학생들이 새로운 상황을 만들고 직접 실험하는 도전상황은 액체매질의 종류(물, 기름, 물엿 등)를 달리하는 경우, 떨어뜨리는 높이를 달리하는 경우, 고체의 모양(구, 정육면체)을 달리하는 경우 등의 다양한 상황으로 구성할 수 있다. 마지막 확장상황적용은 풍선터트리기 상황과 마찬가지로 장소가 다른 천체(달, 목성)로 달라진다면 기본상황과 도전상황의 현상이 어떻게 되는지 통합적으로 이해하는 활동을 하여 정리하도록 한다.

창의성신장을 위한 고속카메라 촬영 자료의 이점

고속카메라 촬영 자료를 이용해 수업을 실시했을 경우 신장시킬 창의성 영역을 크게 유창성, 융통성, 독창성 그리고 정교성의 영역에서 생각해 본다면 첫째, 유창성의 경우 짧은 순간의 현상이므로 학생들의 경험상황이 아니므로 예상치 못한 상황제시에 용의하다. 이를 통해 예상 및 관찰활동에서 많은 아이디어 산출이 가능하게 하여 발산적 사고 능력을 키우는데 편리하다. 둘째, 융통성의 경우 평소 실생활 속에서 경험할 수 있는

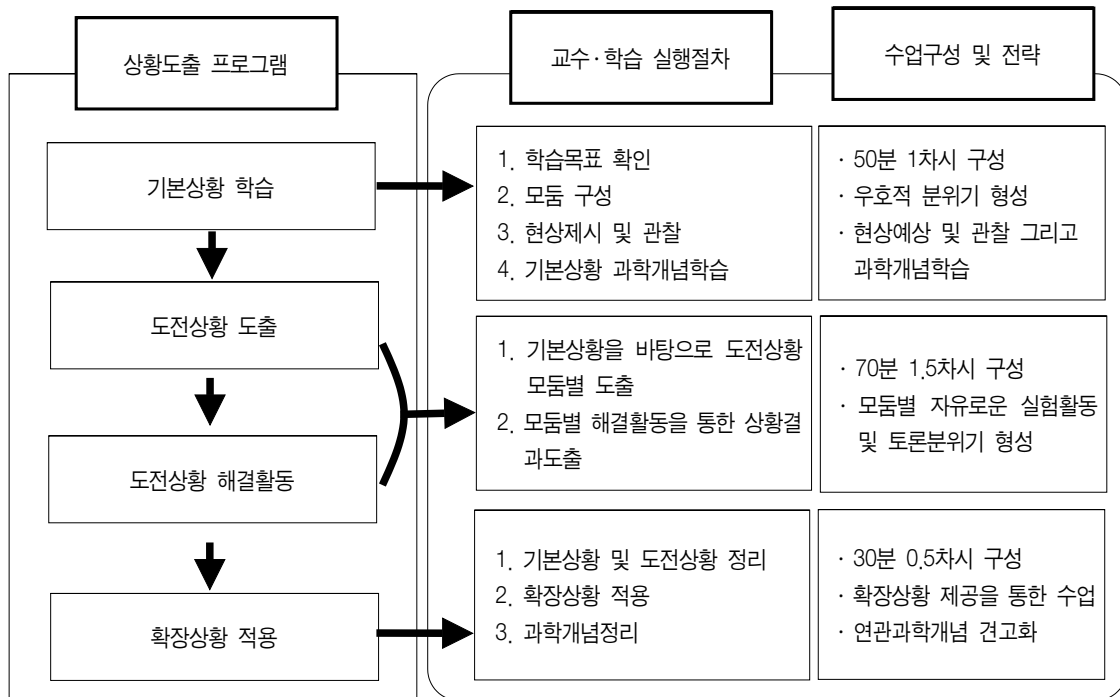


그림 2. 상황도출 프로그램과 교수·학습 실행절차

표 5. 프로그램 단계에 따른 액체와 고체 충돌 수업자료

수업자료 문항				창의성신장 기법	프로그램단계
<p>▶ 질문1. 풍선에 물을 가득 담고 터트리려 한다. 터지는 모습을 상상해 보고 터지는 순간과 터진 이후 어떤 현상들이 일어나는지 세부적이고 구체적(풍선의 변화모습과 운동모습 중심으로, 물의 변화모습과 운동모습 중심으로)으로 열거해보아라. 그리고 그 이유에 대해 설명해 보아라.</p>				브레인라이팅 기법	기본상황학습
〈자세히 기록할 것〉	풍선운동변화 중심	물의 운동변화 중심	이유		
터지는 순간					
터진 이후					
<p>▶ 질문2. 초고속카메라로 촬영된 영상을 보고 관찰되는 것들을 열거해 보아라.(터지는 순간의 모습, 터진 이후의 모습) 그리고 처음 예상과 다르게 관찰된 현상에는 어떤 것이 있으며 그 이유는 무엇이라고 생각하는가?</p>					
<p>▶ 질문3. 풍선에 물을 담고 터트리는 실험의 변인은 풍선, 물, 송곳으로 구성된다. 터지는 결과를 변화시킬 수 있는 변인들을 찾아보고 그 변인을 변화시켰을 때 어떻게 결과가 달라질지 예상해 보아라. 그리고 그에 따른 실험장치를 구성해 보아라.</p>				속성 열거법	도전상황도출
〈자세히 기록할 것〉	변화 시킬 수 있는 변인의 종류	현상예상	실험장치구성		
풍선					
물					
송곳					
<p>▶ 질문4. 새롭게 구성해본 실험상황 중 가장 호기심이 생기거나 이해하고 싶은 것을 선정해 실험해 보아라.(단, 가설설정-탐구설계-실험-결론도출의 과학 탐구과정을 적용해 활동해라.)</p>				ALU 쌍비교분석법	도전상황 해결활동
<p>▶ 질문5. 위와 같은 실험을 달에서 동일하게 실시한다면 달과 지구의 환경조건 차이 때문에 현상이 달라질 것이다. 어떤 현상이 일어날 것인지 예상해 보아라.</p>				속성 열거법 시네틱스	확장상황적용
〈자세히 기록할 것〉	달과 지구의 차이점의 요소	현상예상	이유		
실험조건(달)					

상황이므로 이를 바탕으로 새롭게 실험상황을 구성하는 아이디어 및 더욱 실험상황의 관찰을 용이하게 하는 새로운 아이디어를 창출하는데 효과적이다. 본 학습 프로그램에서는 짧은 순간 현상의 촬영의 조건을 학생 스스로 새롭게 구성하여 실험하므로 처음 만지는 카메라 실험활동 속에서 더 좋은 장면 촬영을 위한 실험상황의 구성과정 속에서 융통성을 크게 신장시킬 수 있다. 셋째, 독창성의 경우 예상하기 활동 속에서 다른 학생과 구분하는 새로운 아이디어를 산출하는데 용이하다. 또한, 새로운 실험상황에 대한 예상 및 관찰 활동을 통해 독창성을 키울 수 있다. 특히, 본 활동의 도전상황 도출 및 해결활동 속에서 다른 학생들과는 다른 다양한 상황을 학생들이 생각한 후 실험하기 때문에 독창성을 크게 신장시킬 수 있을 있다. 넷째, 일상 생활에서 일어나는 현상은 다양한 과학적 개념을 담고 있으므로 실험상황 설명을 위한 종합적 과학개념 적용의 가능성이 높

으므로 정교성을 키울 수 있다.

결과 및 논의

본 연구는 크게 과학창의성 신장을 위한 교수-학습 프로그램의 구안과 학습프로그램에 적용할 수업활동지와 수업활동 자료 개발로 나뉜다.

첫째, 교수-학습 프로그램 구안 단계에서 수행된 연구의 결과는 다음과 같다.

과학창의성 신장을 위한 학습프로그램인 CPS(Creative Problem Solving)과 FPSP(Future Problem Solving Program)의 장점을 살려 상황도출 프로그램을 만들었다. 즉, CPS 프로그램의 문제파악 및 아이디어창출을 첫 단계 기본상황 과정으로 만들었으며 FPSP의 도전과제를 두 번째 도전상황 활동으로 정했

다. 그리고 여러 상황 속에서 일반화된 원리 및 개념을 적용시키는 능력을 키우는 확장상황을 마지막 단계로 정하였다. 이를 통해 얻을 수 있는 효과는 다음과 같다.

1. Vygotsky(1978)가 주장하고 있는 근접발달영역에서 스캐폴딩을 통해 상황을 확장함으로써 학습자들의 인지발달과 창의적 문제해결능력 향상.
2. 기본상황에서 학습한 내용을 바탕으로 학생 스스로 도전상황을 구성함으로써 자기주도적 학습능력을 키울 수 있으며 각 상황 속에서 다양한 발산적 사고와 수렴적사고가 일어남으로 인한 창의력 신장.
3. 확장상황에서는 일반화 혹은 개별·심화된 상황으로의 확장을 통한 정교성 신장.

둘째, 개발된 자료는 학생투입용 학습지와 고속카메라 촬영영상이다. 학생 투입용 학습지의 문항은 창의력을 키울 수 있는 다양한 학습 방법·적용이 가능한 문항으로 구성하였다. 풍선터트리기와 액체와 고체의 충돌을 촬영하였으며 학생 도전상황 지도를 위한 교사용 촬영 자료를 제작하였다.

이러한 수업자료는 학생들의 호기심 증대, 현상 예측 및 관찰, 새로운 실험상황 구성 그리고 현상에 대한 과학적 개념 적용 등의 활동을 통해 학생들의 유창성, 융통성, 독창성 및 정교성 신장 효과를 기대한다.

마지막으로 향후 연구를 위한 제언을 하면 다음과 같다. 본 연구는 창의성 신장을 위한 학습 프로그램을 구안하였고 프로그램에 적용시킬 학습지와 촬영영상을 제작하였다. 그러나 본 연구에서는 학생들에게 적용해보고, 그 효과를 검증하지 못하였다. 이에 향후 연구에서는 본 학습프로그램 및 학습자료가 창의성에 미치는 결과를 창의성 향상, 과학적 태도 변화 그리고 학습 만족도 부분 등의 연구가 필요하다.

Abstract

The purpose of the study is to develop teaching-learning program and materials on science for improving creativity. The developed materials consist of instruction manual and images which involved water baloon burst scenes and liquid collision scenes pictured by high speed camera. Various creativity enhancing methods were tried in the manual.

Keywords: creativity, high speed camera, teaching-learning materials of science

참고 문헌

강호감, 노석구, 이희순 (2001) 창의력 개발을 위한 자연과 교수·학습자료 개발과 적용. 한국과학교육학회지 21(1): 89-101.

경상북도 교육청 (2005) 창의성 과학교육 지도자료. 14-56.

교육인적자원부 (2008) 제 7차 개정 교육과정 고등학교 교육과정해설서. p 77.

김명숙, 최인수 (2005) 창의성의 영역특수성과 영역일반성의 절충적 대안 탐색:창의적 잠재력과 창의적 수행을 중심으로. 교육심리연구 19(4): 1139-1158.

김영채 (2004) 창의적 문제 해결: 창의력의 이론, 개발과 수업. 교육 과학사.

박성익 (1997) 교수-학습방법의 이론과 실제(제1권, 제2권). 교육과학사.

박성익, 여혜진, 이규민, 이재진 (2006) 과학창의성 신장을 위한 e-Learning기반 교수-학습 모형개발 및 적용효과 ; 초등 6학년 학생을 중심으로. 열린교육연구 14: 27-55.

박종원 (2004) 과학적 창의성 모델의 제안 (인지적 측면을 중심으로). 한국과학교육학회지 24: 375-386.

세계 교육리그, 누가 1등인가 - 각국학생성취도 차이 원인 분석. 유네스코 한국위원회 해외교육정보(1998), 85-94

장지은 (2005) 과학창의성 향상을 위한 고등학교 생물 분류 단원 수업 프로그램의 개발과 적용. 서울대학교 대학원 석사학위논문.

전경원 (2000) 동서양의 하모니를 위한 창의학. 학문사, pp 12-20.

정현철, 한기순, 김병노, 최승오 (2002) 과학창의성 개발을 위한 프로그램 개발, 한국지구과학회지 23(4): 334-348.

최경희, 조연순 (2000) 창의적 문제 해결력 신장을 위한 중학교 과학 교육과정 개발. 한국과학교육학회지 20(2): 329-343.

Daniel PL (2010) Making a supersonic jet in your kitchen. Physics 3: 4.

Guilford JP (1959) Three faces of the intellect, American Psychologist 14: 469-479.

Suchman R (1962) The elementary school training program in scientific inquiry. Urbana university of illinois.

Torrance EP (1977) Creativity in the classroom. National Education Association.

Vygotsky LS (1978) Mind in society: The development of higher psychological processes. Harvard University Press.