

과학관 활용 수업을 위한 교육 프로그램에 참여한 예비화학교사의 교수 설계에서 나타나는 특징

최숙영 · 송나윤 · 노태희*
서울대학교 화학교육과
(접수 2017. 8. 25; 게재확정 2017. 11. 2)

The Characteristics of Curriculum Design of Pre-Service Chemistry Teachers Participating in Educational Program for Teaching in Science Museum

Sookyeong Choi, Nayoon Song, and Taehee Noh*

Department of Chemistry Education, Seoul National University, Seoul 08826, Korea. *E-mail: noth@smu.ac.kr
(Received August 25, 2017; Accepted November 2, 2017)

요 약. 이 연구에서는 과학관 활용 수업을 위한 교육 프로그램에 참여한 예비화학교사의 교수 설계에서 나타나는 특징을 분석하였다. 서울 소재의 사범대학에 재학 중인 예비화학교사 3명이 참여하였다. 교육 프로그램은 워크숍, 수업 계획 및 시연, 평가 회로 구성하였다. 워크숍 후 예비교사가 제작한 방문 전, 중, 후 활동지를 토대로 반구조화된 면담을 실시하였고, 국립과천과학관에서 시연한 수업과 이에 대한 평가회를 관찰 및 녹음하여 이를 바탕으로 최종 면담을 실시하였다. 활동지, 수업 시연 및 면담 내용을 과학관 학습 수행 전략 틀의 요소로 분석하여 예비교사의 교수 설계에서 나타나는 특징을 분석하였다. 연구 결과, 모든 예비교사가 학교 교육과정과의 연계에 고려하여 수업을 계획하였고, 지리적, 심리적 측면을 고려하여 방문 전 활동을 계획하였다. 또한 공동의 산출물을 낼 수 있는 소집단 활동을 계획하였고, 학생에게 선택의 기회를 주어 학생의 자발적인 참여를 촉진하였다. 그러나 예비교사들은 방문 전, 중, 후 활동 사이의 연계에 대해 잘 고려하지 못하였다. 방문 중 활동에서는 학생의 인지적 참여를 효과적으로 이끌어내지 못하였고, 방문 후 활동에서도 학생의 개인적인 경험에 대한 고려가 부족하였다.

주제어: 교수 설계, 교육 프로그램, 과학관 활용 수업, 예비화학교사

ABSTRACT. In this study, we investigated the characteristics of curriculum design of pre-service chemistry teachers who participated in educational program for teaching in science museum. Three pre-service chemistry teachers at a college of education in Seoul participated. The educational program was composed of workshop, lesson planning and practice, and critique. After the workshop, we conducted semi-structured interviews based on pre-visit, during-visit, post-visit activities planned by the pre-service teachers. We observed and recorded their teaching practices in Gwacheon National Science Museum and following critique by their classmates. We also conducted final interviews. We used a framework for museum practice to analyze their curriculum design. The analyses of the results revealed that all planned their lessons in accordance with the National Science Curriculum, and considered geographical and psychological aspects in their pre-visit activities. They encouraged students to make joint products through small group activities, and gave students autonomy in choosing exhibits to facilitate spontaneous participation. However, they did not consider continuous aspects of pre-visit, during-visit, and post-visit activities. They did not effectively induce students to engage during-visit activities cognitively. They did not make post-visit activities connect students' experiences in science museum to personal experiences.

Key words: Curriculum design, Educational program, Teaching in science museum, Pre-service chemistry teacher

서 론

과학관은 대표적인 비형식 교육기관으로 교육적, 문화적으로 높이 평가되는 자원 중 하나이다. 과학관 활용 수업은 학생들이 과학 개념을 이해하도록 도울 뿐 아니라 학생들이 흥미가 있거나 관심 있는 분야를 스스로 탐색하고 생소한 과학 분야를 체험할 수 있는 기회를 제공한

다.¹⁻⁵ 또한 과학관 활용 수업은 과학에 대한 학습 열정을 고취시키는 데도 중요한 기여를 한다.⁶ 이에 많은 교사들은 과학관 활용 수업이 필요하다고 인식하고 있으며, 교사가 학생들과 과학관을 방문하여 모형이나 표본, 핸드온(handson) 전시물을 체험하거나 관련된 탐구 학습을 하는 등 다양한 형태로 이루어지고 있다.

과학관 학습이 의미 있게 이루어지기 위해서 교사는 학

생과 끊임없이 상호작용하여 학생이 지식을 견고하게 쌓을 수 있도록 하고,^{7,8} 구체적인 학습 목표를 설정하여 험준한 활동의 기회를 충분히 제공하며, 학교 교육과정과의 연계를 바탕으로 학생들의 인지적 측면을 반영하여 수업을 구성해야 한다.^{9,10} 또한 교사는 학생들이 전시물을 체험하는 과정에서 관찰한 현상을 개인적인 경험과 연결 짓고, 자신의 생각을 말로 표현해 보는 기회를 제공하여¹¹ 학생이 스스로 평가해 볼 수 있도록 할 필요가 있다. 그러나 많은 교사들이 학생들에게 과학관 전시물과 그 원리를 직접 설명하는 등 비형식 학습 환경에 적합하지 않은 형태로 수업을 진행하고 있고,^{9,12} 과학관에서의 체험을 학교 교육과정과 연계하려는 노력도 부족하여 단순한 일회성 체험에 그치는 경우가 많았다.¹³⁻¹⁵ 또한 과학관 활용 수업에서 교사와 학생 사이의 상호작용은 활발하게 일어나지만 단순히 인상 깊었던 전시물을 묻는 질문에 그쳐 전시물의 내용과 학습 개념을 연결 지으려는 노력이 부족한 것으로 나타났다.¹⁶ 이러한 문제점을 개선하기 위해 교사를 위한 과학관 활용 수업 관련 연수가 이루어지고 있고, 일부 과학관에서는 과학관을 방문하는 교사와 학생들을 위한 지침서나 활동지 등을 제공하고 있다. 그러나 여전히 많은 교사들이 과학관 활용 수업을 계획 및 실행하는 것에 대한 자신감이 부족하고, 교수학습 방법을 구체화하는 것에 대한 자신의 이해 수준이 높지 않다고 평가하고 있는 실정이다.^{12,15}

교사들이 자신감을 가지고 과학관 활용 수업을 실행하기 위해서는 예비교사 교육에서부터 과학관 활용 수업에 대한 내용을 구체적으로 접해야 한다. 예비교사는 과학관 활용 수업의 효과에 대해 긍정적으로 인식하고 있으나¹⁷ 수업 계획 및 실행의 경험이 거의 없어 학생의 인지 수준에 적절한 개념을 도입하는 등 학습자 중심의 교육 환경을 조성하는 데 어려움을 겪는 것으로 나타났다.¹⁸ 따라서 예비교사에게 과학관 활용 수업에 대한 교수 경험을 제공하여 전문성 향상을 위해 노력할 필요가 있다. 과학관 활용 수업과 같은 비형식 학습 환경에서의 교수 경험은 예비교사가 교실 환경의 좁은 범위를 초월하여 교수법에 대한 전반적인 관점을 확장하도록 기여하고, 학생의 인지적, 행동적 발달에 대한 직접적인 지식을 얻거나 학생에 대한 지식의 중요성을 깨닫게 한다.^{19,20} 또한 예비교사에게 적절한 교수 전략을 학습할 수 있는 기회를 제공하고²¹ 예비교사가 학습자 중심의 교육 환경을 조성하도록 한다.²² 이 밖에도 추후에 교실 수업에서 이루어질 수 있는 탐구 상황에 대한 토대를 마련하고 학생의 지식 습득에 대한 개인적인 차이를 이해하여 모든 학생이 참여할 수 있는 방안을 모색하도록 한다.¹⁹

양찬호 등은²³ 예비교사가 과학관 활용 수업을 계획하

고 시연하는 과정에서 나타나는 특징을 분석하였는데, 그 결과 예비교사의 과학관 활용 수업에서 학생의 사전 지식 및 학교 교육과정과의 연계가 부족하였고 협력적인 소집단 활동에 대한 고려도 부족하였으며 교사-학생 사이의 상호작용도 주로 단순한 질의·응답 형태인 것으로 나타났다. 즉, 예비교사는 과학관 활용 수업에 필요한 학생 중심의 구성주의적 요소를 효과적으로 도입하지 못하였다. 따라서 학생의 인지적, 정의적 측면에 대한 이해나 학생 중심의 소집단 활동 등의 구성주의적 요소를 강조하는 예비교사 교육이 이루어져야 한다.

한편 교수와 학습은 다양한 상황에서 발생하므로 단순히 방법과 기술만을 제시해 준다면 예비교사가 수업을 계획하고 실행할 때 많은 어려움을 겪게 될 것이다. 이를 해결하고 예비교사에게 실질적인 도움을 주기 위해 사례(case)를 활용할 수 있다. 수업의 실제 사례를 접하고 이를 분석하는 과정을 통해 예비교사는 비평적인 분석 기술과 다양한 교수 기법을 익힐 수 있고 반성적 성찰의 기회를 가지며 실제 수업의 복잡성을 효과적으로 이해할 수 있다.²⁴⁻²⁶ 예비교사는 학창 시절에 과학관 활용 수업과 같은 비형식 학습 환경을 접하지 못한 경우가 대부분이므로 사례를 활용하여 과학관 활용 수업을 이해하고 실행하도록 적극적으로 도울 필요가 있다.

따라서 이 연구에서는 과학관 활용 수업에 필요한 구성주의적 요소를 강조하고 다양한 수업 사례를 활용하는 예비교사 교육 프로그램을 구성하였다. 이를 예비화학교사에게 적용하고 예비화학교사의 교수 설계에서 나타나는 특징을 심층적으로 분석하였다. 또한 예비화학교사의 교수 설계에 영향을 주는 프로그램의 요소를 조사하여 과학관 활용 수업을 위한 교육 프로그램의 개선 방향을 제안하고자 한다.

연구 방법

연구 참여자

서울특별시 소재의 사범대학에서 화학교재연구 및 지도법을 수강 중인 화학교육 전공의 예비교사 3명이 연구에 참여하였다. 화학교재연구 및 지도법에서는 강의법, 질문법, 토론법 등의 수업 기법과 POE 모형, 순환학습 모형, 발견학습 모형 등 다양한 과학 수업 모형을 다루며, 예비교사들은 이 중 한 가지 수업 모형을 선택하여 수업을 계획하고 시연한다. 연구에 참여한 예비교사 3명은 과학관 활용 수업을 계획 및 시연하고자 희망하였고, 이 연구에 참여하는 데 동의하였다. 예비교사 A는 여자이고, B와 C는 남자이며, 모두 이번 강의를 수강하기 전 과학관 활용 수업과 관련된 강의를 수강한 경험이 없었다. 또한 A와 B는

과학관을 방문한 경험이 없으며, C는 고등학교와 대학교 때 개인적으로 2회 방문한 경험은 있으나 학교에서 과학관을 방문한 경험은 없었다. 모든 예비교사는 이전 학기에 행동주의, 인지주의, 구성주의 교수학습 이론과 학습양식을 다루는 화학교육론을 이수하였고, 수업 계획에 대한 경험은 없었다.

과학관 활용 수업을 위한 예비교사 교육 프로그램

화학교재연구 및 지도법은 다양한 교수학습 모형을 다루고 예비교사들이 각 모형을 적용한 수업을 시연하는 강좌이다. 일반적으로 각 교수학습 모형에 대한 워크숍, 예비교사들의 수업 계획 및 시연, 평가회의 순서로 이루어진다. 과학관 활용 수업도 화학교재연구 및 지도법에서 다루는 여러 수업 모형 중의 하나로서 소개되므로, 이 연구에서 적용하는 과학관 활용 수업을 위한 교육 프로그램도 워크숍, 수업 계획 및 시연, 평가회의 순서로 구성하였다(Fig. 1).

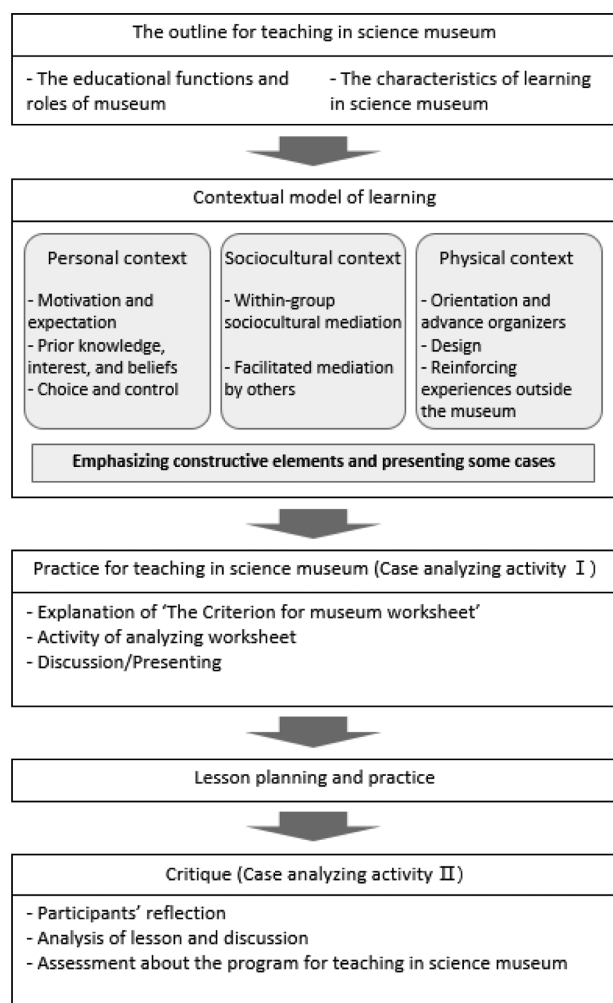


Figure 1. The process of an educational program

과학관 활용 수업에 대한 워크숍은 과학관 활용 수업의 경험이 거의 없는 수강생들에게 수업의 전반을 알려주는 가장 핵심적인 단계로서, 과학관 활용 수업의 구성주의적 요소를 강조한 내용과 실제 과학관 활용 수업의 사례 제시가 중심이 되었으며, 크게 과학관 학습의 특징과 의의, 학습모형, 활동지 개발의 실제로 구성되었다. 우선 과학관의 교육적 기능과 과학관 학습의 특징을 소개한 다음, 과학관 학습을 위한 학습 모형으로 Falk와 Dierking의²⁷ 맥락적 학습 모형을 설명하였다. 이때 모형 설명의 세부 내용은 선행연구의 분석 결과를^{15,16,23} 반영하여 교수 전략과 실제적인 측면이 강조되도록 구성하였다. 즉, 과학관 학습에 관한 학습 모형과 교수 전략을 활동지 사례와 함께 제시하여 교수 실행과 관련된 구체적인 정보를 제공하고, 완성된 과학관 학습 활동지를 통해 과학관 수업 설계에 대한 이해를 도왔다. 구체적인 내용은 다음과 같다.

맥락적 학습 모형에서 학습은 개인적 맥락(personal context), 사회문화적 맥락(sociocultural context), 물리적 맥락(physical context) 사이의 상호작용 과정이자 결과물이다. 개인적 맥락에는 동기과 기대, 선행지식, 흥미, 신념, 그리고 선택과 조절이 있다. 예비교사는 방문 전 활동에 대한 필요성은 인식하였으나 과학관에 대해 간단히 소개하는 정도에 그쳐 동기과 기대 측면에서 부족함을 보였다.²³ 이를 보완하기 위해 현직교사가 제작한 활동지를 예시로 소개하여 미끼 전시물을 이용한 흥미 유발, 전시물의 구체적인 위치 제공, 홈페이지를 이용한 탐색의 시간 등이 필요함을 설명하였다. 선행지식, 흥미, 신념 측면에서는 예비교사가 과학관 활용 수업에서 학교 교육과정과의 연계를 잘 고려하지 못하는 경향이 있으므로,²³ 실생활과 관련된 전시물이나 학교 교육과정과의 연계성을 통한 전시물 선정이 필요함을 소개하였다. 또한 과학관 활용 수업이 학습할 내용을 심층적으로 다루기에는 부족하다는 학생들의 인식을 반영하여,⁴ 학생의 인지 수준에 적합한 문항을 제작함으로써 개념 이해를 돕는 구성주의적 접근 방법이 필요함을 설명하였다. 선택과 조절 측면에서는 선택의 기회를 제공하는 것이 학생들의 호기심이나 흥미를 자극할 수 있음에도 불구하고,⁸ 예비교사는 선택의 기회를 제공하여 학생들이 자유롭게 활동지 내용을 구성하는 것에 대한 고려가 부족하였다.²³ 이를 보완하기 위해 미국 샌프란시스코 과학관(exploratorium)에서 제공한 활동지를 예시로 제공하여 전시물에 대한 리스트를 제시하고 학생들이 자발적으로 관람할 전시물을 선정할 수 있도록 해야 함을 설명하였다.

사회문화적 맥락에는 집단 내 사회적 상호작용과 타인에 의해 촉진된 상호작용이 있다. 집단 내 상호작용은 지식을 공유하고, 논의를 통한 합의를 통해 문제를 해결하

도록 도울 수 있다.⁴ 그러나 집단 내의 상호작용이 활발하게 일어나기 위한 소집단 활동이나 과제 제시에 대한 예비교사의 고려가 부족하였다.²³ 또한 타인에 의해 촉진된 상호작용 중 교사-학생 사이의 상호작용은 단순한 질의-응답 형태로 이루어졌는데,¹⁸ 이는 현직교사에게서도 나타난 현상으로¹⁶ 예비교사 교육에서부터 이에 대한 고려가 필요함을 시사한다. 이에 이번 워크숍에서는 현직교사가 실제로 학생들과 과학관에 방문했던 영상을 활용하여 인지적, 정의적 측면에서 교사-학생 사이의 상호작용을 촉진하기 위해 교사가 취해야 할 구성주의적 태도에 대해 설명하였다. 또한 학생 사이의 상호작용을 촉진하기 위해서 개방적인 질문을 통해 협력적 탐구를 유도할 수 있고 여러 명이 함께 참여하는 전시물을 통해 상호작용을 촉진할 수 있음을 예시를 통해 강조하였다.

물리적 맥락에는 선행조직자와 오리엔테이션, 디자인, 과학관 밖에서의 이벤트 및 체험의 강화가 있다. 예비교사는 과학관 활용 수업에 적절한 주제와 전시물을 선정하는 데 어려움을 느꼈다.²³ 이에 이번 워크숍에서는 학생의 사전지식을 파악하여 학생의 개념을 강화시킬 수 있는 전시물을 선정하여 활용하는 것이 필요하고, 학생의 탐구 능력 향상을 위해 학습할 내용에 적합한 전시물의 형태를 탐색해야 함을 강조하였다. 또한 예비교사는 과학관 활용 수업의 효과 증대를 위해서 방문 후 활동에서 과학관 방문 경험을 학교 교실 활동과 연결시키는 것이 필요하다는 것을 인식하고 이를 고려하였다. 그러나 학생 중심 활동에 대한 고려는 부족하였으므로,²³ 이번 워크숍에서는 방문 후 활동에서 실험, 발표, 신문 만들기 등의 학생 중심 소집단 활동이 필요함을 강조하였다. 더불어 과학관 활용 수업의 구성으로 방문 전, 중, 후 활동을 계획하는 것이 효과적임을 언급하였고, 과학관 활용 수업에서 교사가 가져야 할 구성주의적 교수관과 활동지의 중요성에 대해서도 강조하였다.

이후, 과학관 활용 수업의 특징을 담은 활동지 제작이나 교수학습 전략에 대한 도움이 필요하다는 예비교사의 요구에 따라²³ 예비교사의 과학관을 활용한 수업 계획을 돕기 위해 현직교사가 직접 제작한 활동지를 수강생들에게 나누어주고, Kisiel의 연구에서¹⁰ 소개한 틀에 맞추어 분석해보는 활동을 진행하였다. 이때 Kisiel에¹⁰ 소개된 작업일도, 오리엔테이션, 정보 소스, 선택의 수준, 인지 수준, 응답 형태, 활동지의 근거, 학교 수업과의 연계 등의 8가지 요소에 대한 설명을 요약한 ‘과학관 학습 활동지 제작 기준’ 자료를 함께 제공함으로써 각각의 분석 기준에 대한 상세한 설명과 함께 활동지 제작 방법도 소개하였다. 수강생들은 제공된 활동지에서 잘 이루어진 부분과 보완해야 할 부분이 무엇인지 조별로 토의한 후 발표

하였고 효과적인 활동지 제작을 위한 방법을 논의하였다.

워크숍 후 연구 참여자에게 국립과천과학관에서 학교 교육과정과 연계하여 학습할 수 있도록 제작한 ‘국립과천과학관 전시물과 연계한 초, 중, 고등학교 탐구학습서’와,²⁸ 현직교사 대상 연수에서 제공되었던 활동지 예시 자료를 제공하였다. 과천과학관에서는 기초과학관, 어린이 탐구체험관, 첨단기술관, 자연사관, 전통과학관 등의 상설 전시실을 운영하고 있다. 과학관에서 이루어지는 체험은 모든 영역을 고루 체험할 수 있다는 장점이 있기 때문에 과목에 구애 받지 않고, 전시물을 자유롭게 선택할 수 있도록 하였다. 그리하여 연구 참여자는 과천 과학관을 방문한 후 워크숍 내용 및 예시 자료를 참고하여 수업 대상, 수업 목표, 수업 형태, 관람할 전시실, 전시물 등을 자유롭게 정하여 수업을 계획하고 활동지를 제작하였으며 나머지 수강생을 대상으로 수업을 시연하였다(Appendix 1). 이후, 학생 역할로 수업에 참여했던 수강생들은 연구 참여자가 제작한 활동지와 시연한 수업을 Kisiel의 연구에서¹⁰ 소개한 틀에 따라 분석 및 평가하고 수정하거나 보완하고 싶은 사항에 대해 기록하였다. 기록한 내용을 토대로 각 요소별로 생각을 자유롭게 토의하는 평가회를 진행하였다.

연구 절차

워크숍 후 수업 시연 전에 예비교사가 제작한 활동지를 수집하고 분석하여 사전 면담 시나리오를 제작하였다. 사전 면담은 수업 계획 과정을 구체적으로 파악하고 수업 계획 과정에서 워크숍으로부터 받은 영향을 알아보기 위한 시나리오가 기본이 된 반구조화된 면담으로 진행하였다. 우선 과학관과 관련한 예비교사의 경험과 워크숍 후 과학관을 활용한 수업에 대한 예비교사의 인식을 질문하였다. 이후 예비교사가 구상한 수업에 대한 흐름과 방문 전, 중, 후 활동에 대한 활동지를 구체적으로 파악하기 위해 활동지를 제작할 때 고려한 근거와 그 근거를 고려한 이유는 무엇인지, 이를 활동지에 어떻게 구현하였는지 등을 조사하여 예비교사가 이처럼 계획한 이유에 대해 구체적으로 설명하도록 하였다. 또한 수업 계획 과정에서 느꼈던 어려움과 교육요구에 대해서도 조사하였다. 사전 면담은 예비교사 별로 약 50분 정도 소요되었고, 면담 내용은 녹음 후 전사하였다.

사전 면담이 끝난 뒤, 수강생을 6~7명으로 구성된 세 집단으로 나누고, 각 집단별로 시연할 예비교사를 배치하여 예비교사가 동시에 방문 중 활동에 대한 수업 시연을 과천과학관에서 2차시 동안 진행하도록 하였다. 이 연구에서는 예비교사의 과학관 활용 수업의 전문성을 향상하기 위한 현실적인 방안으로 기존의 예비교사 교육과정의

일부로 과학관 활용 수업에 대한 내용을 추가하는 방안을 모색하였다. 따라서 과학관 활용 수업에 대한 교육 프로그램 중 수업 시연에 할당할 수 있는 시간이 길지 않으므로 방문 전, 중, 후 활동을 모두 시연하기보다 방문 중 활동을 집중적으로 다루는 것이 더 효과적이라 판단하여 방문 중 활동에 대해서만 수업을 시연하도록 하였다. 수업 시연 시 예비교사 당 한 명의 연구자를 배치하여 수업을 관찰하고 녹화하였다. 또한 전시물 체험을 위해 이동을 많이 하게 되므로 예비교사가 녹음기를 지니게 하여 예비교사의 수업 시연 과정을 녹음하였다.

수업 시연 후에는 집단 별로 약 1시간 동안 평가회를 실시하였다. 수강생들의 평가를 충분히 검토한 연구자 중 1인이 사회자가 되어 평가회를 이끌어갔으며, 수강생들은 시연한 예비교사의 의도를 들어보고 자신이 적은 평가를 토대로 각각의 요소에 대한 자신의 생각을 밝히면서 자유롭게 수업에 대한 논의에 참여하였다. 평가회의 내용도 녹음하였다.

수업 관찰 및 평가회의 내용을 바탕으로 시나리오를 제작하여 사후 면담을 실시하였다. 사후 면담에서는 수업이 계획대로 잘 이루어졌는지, 자신이 생각하는 문제점과 이를 개선하기 위한 방법은 무엇이 있는지 질문하였다. 방문 중 활동에서 이루어진 교사-학생 사이의 상호작용 또는 학생 사이의 상호작용을 구체적으로 평가해보도록 하

고 어려움은 없었는지도 질문하였다. 또한 전시물의 원리를 이해하는 데 어려움은 없었는지, 이 과정에서 참고한 자료는 무엇인지도 질문하였다. 마지막으로, 프로그램에 대한 평가와 보완해야 할 측면 및 과학관 활용 수업에 대한 인식 변화에 대해 질문하였다. 사후 면담은 약 30분 정도 소요되었으며, 면담 내용은 녹음 후 전사하였다.

분석 방법

예비교사의 과학관 활용 수업에 대한 교수 설계를 분석하기 위해 DeWitt과 Osborne의⁸ 박물관 학습 수행 전략 틀 (framework for museum practice, FMP)을 사용하였다. 이때 FMP는 과학관 교육 전문가들이 과학관 활용 수업에 대한 교사의 전문성을 향상시키기 위해 고려해야 할 원칙이므로 이를 연구의 맥락에 맞게 일부 수정한 분석틀을 사용하였다(Table 1).^{16,23} 3인의 연구자가 분석틀의 범주에 따라 예비교사가 제작한 활동지, 수업 촬영 영상, 면담 전사본, 평가지 등의 모든 자료를 일차적으로 분류하였다. 그 후, 각 범주별 자료에 대한 연구자들 간의 재검토 및 논의를 통해 예비교사의 과학관 활용 수업에 대한 교수 설계를 분석하였다. 마지막으로, 도출한 결론이 수집된 자료에 의해 적절히 뒷받침되는지 다양한 자료들과 비교하여 정당화하는 과정을 거침으로써 도출한 결론의 타당성을 확보하고자 하였다. 결과 분석 및 해석의 타당

Table 1. The framework of museum practices for pre-service teacher^a

Principle	Description
1. Setting the goals of teaching in science museum	Teacher should set the obvious goals of teaching in science museum and plan the activity which is connected to National Science Curriculum.
2. Providing structure	The activity or resources should provide structure to the visit itself, as well as encourage connections among the pre-visit, during-visit, and post-visit activities.
2a. Reduction of the novelty effect	The pre-visit activity should provide an orientation to the museum and the field trip in order to reduce the novelty of the setting when students arrive.
2b. Reinforcement of the learning experience	The post-visit activity that builds upon the content encountered during the visit entice students to engage in activity that reminds them about what they learned during trip and reinforce learning experiences.
3. Encouraging joint productive activity	Teacher should encourage joint productive activity, which involves students working with each other and with the teacher towards an end product.
3a. Discussion among peers and with adults	The activity should promote not only discussion among students, but also engage teachers in dialogue with their students.
3b. Curiosity and interest	The activity should be developed with a focus on evoking students' curiosity and allowing them to pursue their own interests to whichever extent may be possible.
3c. Choice and control	The activity should provide students with choices about what to engage in, as well as a degree of control over how they participate in and carry out the activity.
3d. Cognitive engagement and challenge	The activity should be developed so as to engage students cognitively and challenge students to extend their thinking.
3e. Personal relevance	The activity should be personally meaningful or relevant for students and allow them to draw on their experiences in all of visit itself, cultural world, and/or family world.
4. Supporting dialogue, literacy and/or research skills	The activity should provide practice with literacy skills in a broad sense, including oral and written literacy, and also provide practice with research skills.

^aModified from the tables in the references 16 and 23.

성을 높이기 위해 모든 연구자가 수집된 자료를 공동으로 분석하였고, 반복적인 논의를 통해 합의된 결론을 도출하였다. 또한, 분석하는 과정에서 과학교육 전문가, 현직중등교사 및 과학교육전공 대학원생 등으로 구성된 집단에서의 세미나를 통해 결과 해석 및 논의의 타당성을 여러 차례 점검하였다.

연구 결과 및 논의

학습 목표 설정 및 교육과정과의 연계 향상

연구에 참여한 예비교사들은 수업을 계획할 때 과학관 활용 수업의 목표를 구체적으로 설정하였다. 예를 들어, 예비교사 A는 지적 호기심을 자극하여 과학을 자기 주도적으로 학습할 수 있도록 유도하는 것을 과학관 활용 수업의 목표로 설정하였고, B는 핸즈온 활동을 통한 흥미 유발 및 절차적 지식 습득을 목표로 하였다. 또한 C는 과학관에서의 핸즈온 활동을 통하여 과학에 대해 흥미를 유발하는 것을 목표로 설정하였다. 즉, 모든 예비교사가 교실 수업에서 주로 나타나는 수동적인 학습 환경에서 벗어나 과학관에서 학생들이 능동적으로 체험하면서 과학에 접근할 수 있도록 과학관 활용 수업의 목표를 설정하였다. 또한 모든 예비교사가 과학관 활용 수업이 일회성 체험 학습의 수준으로 머무르지 않도록 학교 교육과정을 고려하여 수업을 계획하였다. A와 B는 중학생들을 대상으로 하는 수업을 계획하면서 해당 학년에서 배우는 단원과 관련된 전시물을 선정하였고, 이를 통해 학생들이 수업에 능동적으로 참여하여 학교 교육과정과 연관된 전시물을 체험하고 의미 있는 학습을 하도록 하였다. C도 중학교 교육과정을 파악하여 전시물의 활용 유무를 판단하였다. 예를 들어, C는 염색체를 활용한 전시물을 선정하였으나 염색체와 관련된 학습 내용이 수업할 학년에 부적합하다고 판단하여 그 전시물을 배제하는 것으로 최종 결정하였다.

과학관 활용 수업은 학교 교육과정과 연계될 때 보다 효과적인 학습으로 이어질 수 있으나,^{9,10,29} 일부 예비교사만이 학교 교육과정과의 연계를 고려하여 과학관 활용 수업을 계획하는 데 반영하였다.²³ 이러한 측면에서 보았을 때 이 연구에 참여한 모든 예비교사가 과학관 활용 수업에 적합한 목표를 설정하고 학생들의 흥미뿐만 아니라 습득해야 하는 개념까지 고려하면서 학교 교육과정과 연계하여 수업을 계획한 것은 긍정적인 결과라 볼 수 있다. 특히 B는 학생들이 학교에서 배웠던 내용을 단순히 복습하는 차원을 넘어 직접 다양한 전시물을 접함으로써 학생의 호기심과 흥미를 자극하여 과학관 체험을 통해 일어날 수 있는 긍정적인 측면을 강조하고자 노력하였다.

예비교사 B: 학교 수업에서 아이들이 교육과정을 차근차근 밟아나가지만 그 부분이 완전히 아이들 것이 되기 위해서는 또 다시 아이들의 노력이 필요한 것 같아요. 학년이 끝나고 어수선할 때 복습하는 차원에서 손으로 만질 수 있는 핸즈온 활동들을 하면서 아이들이 배웠던 것도 다시 생각해내고, '이건 뭐지? 배운 것 같은데.' 하면서 지적 호기심도 자극해주고 싶었고 (중략) 그런 기대를 가지고 만들게 되었습니다.

(예비교사 B의 사전 면담 중에서)

방문 전 활동을 통한 낯설음지수의 감소

방문 전 활동은 학생들이 방문할 장소나 관람 순서, 또는 관람할 내용을 사전에 미리 교육 받도록 기회를 제공함으로써 과학관을 체험하는 과정에서 보다 의미 있는 학습이 이루어지도록 한다.³⁰ 이 연구에 참여한 모든 예비교사는 과학관에서 의미 있는 활동이 이루어지도록 하기 위해 지리적 측면과 심리적 측면을 고려하여 방문 전 활동을 계획하였고, 예비교사 B는 인지적 측면도 고려하였다. 우선 지리적 측면에서 예비교사들은 과학관 또는 전시실의 위치를 그림으로 제시하거나 홈페이지 주소를 소개함으로써 학생들이 방문할 과학관에 대해 탐색할 수 있도록 하였다. 예를 들어, B는 과학관의 홈페이지 주소를 제시하면서 방문할 과학관에 대해 학생들이 스스로 조사하고 전시물의 위치를 파악하도록 하였다. 또한 심리적 측면에서 A와 B는 과학관을 방문하여 학생들이 체험할 전시물을 사진과 함께 제시하여 간접적으로 경험할 수 있도록 하였고, C는 방문할 과학관의 전시물을 촬영한 영상 자료를 준비하여 학생의 흥미를 유발하기 위한 미끼 전시물로 활용하였다. 또한 모든 예비교사가 과학관을 방문하였을 때 지켜야 할 규칙을 학생들이 스스로 정하도록 하였다. B는 인지적 측면도 고려하였는데, 사전 지식을 활용하여 전시물의 결과를 예측하는 활동을 방문 전 활동으로 계획하였다. 예를 들어, B는 식물의 광합성에 붉은 빛과 녹색 빛 중 어떤 빛이 더 효과적일지 예측해보도록 하여 학생이 사전에 습득한 지식을 이용하여 활동지에 적어보도록 하였다. 즉, 예비교사들은 방문 전 활동을 과학관 소개와 전시물에 대한 탐색의 시간으로 구성함으로써 학생들에게 의미 있는 학습이 될 수 있도록 하였다.

예비교사 C: 교육적 효과를 얻으려면 그 전에 과학관에 대한 수업을 해야 한다고 저는 생각을 했거든요. 학생들이 무작정 가서 뭐 조작하고 만지고 아니면 보고 이런 것을 통해서 흥미를 느낄 수 있지만 과학에 대해 무슨 이론이 바탕인지 잘 모를 것 같아서 그 전에 수업이 필요할 거라고 생각했어

요. 만약 그 수업(방문 전 활동)을 한다면 선생님이 그 날 갖고 있는 과학 지식에 대한 목적을 수업한 다음에 (과학 관에) 가면 애들이 그거(전시물)를 보고 좀 더 쉽게 느낄 수 있다고 생각했어요.

(예비교사 C의 사전 면담 중에서)

그러나 인지적 측면에 대한 고려는 여전히 부족한 것으로 나타났다. 이번 워크숍에서 실생활 소재를 활용한 미션을 제시하는 등 과학관 방문 전에 과학관에서 이루어질 활동과 사전 지식을 연관 짓는 것이 필요함을 강조하였는데도 예비교사 1명만이 인지적 측면을 고려하였다. 이는 워크숍에서 방문 전 활동 계획 시 고려해야 할 점 중 인지적 측면을 더욱 강조해야 함을 의미한다. 예를 들어, 과학관 활용 수업을 직접 구성해보거나 사례를 분석하고 조별로 평가하여 그 결과를 토대로 수정해 보는 활동을 추가할 수 있다. 또한 학교 교육과정과 전시물을 연계시키는 활동을 진행한다면 과학관 활용 수업을 사전 지식과 연관 짓는 것은 물론 전시물 체험 시 필요한 개념에 대해서도 파악하여 수업에 반영할 수 있을 것이다.

학생의 인지적 측면을 고려한 소집단 활동의 강화

예비교사들은 과학관 활용 수업에서 체험한 전시물에 대한 설명을 각자의 활동지에 옮겨 적는 정도로만 계획하여 협력적인 활동을 촉진하는 것에 대한 고려가 부족하다고 보고되었다.²³ 그러나 세 명의 예비교사 모두 다양한 소집단 활동을 적용하여 공동의 산출물을 만들도록 계획하였다. 우선 예비교사 A는 역할 분담을 통해 한 가지 전시물을 함께 체험하고 결과에 대해 논의해 보는 과정을 계획하여 학생 사이의 상호작용을 촉진할 뿐 아니라 학생들이 전시물을 과학 원리와 연결 지어 이해할 수 있도록 구성하였다. 예를 들어, ‘시각과 뇌의 혼란’ 전시물을 체험할 때 두 명의 학생이 시합을 하여 먼저 고리 사 이로 막대를 끼우는 사람이 이기도록 활동을 일부 변형하고, 물체가 상으로 맺히는 과정을 그림으로 나타내봄으로써 막대의 움직임에서 착각이 일어나는 이유를 조별로 토의하도록 하였다.

예비교사 A: ‘시각과 뇌의 혼란’ 이나 ‘말하기와 뇌의 혼란’ 같은 경우에는 답을 내리기 보다는 그냥 체험하고 끝나는 그런 느낌이었어요. (중략) 뭔가 더 얻어낼 수 있을 만한 활동으로 그림 그리고 얘기하는 활동을 할 수 있게 하려고 생각하다가, 물리의 빛의 굴절이랑 연관을 시켜서 애들이 그림 그려볼 수 있게 안구 모양이랑 렌즈랑 물건을 그려 넣었어요.

(예비교사 A의 사전 면담 중에서)

또한 A는 전시물을 체험하면서 실제 이론과는 어떤 차이가 있고 그 이유는 무엇인지 조원과 토의하도록 하여 학생들이 전시물에 담긴 과학의 원리와 이와 관련된 요인을 생각해 볼 수 있도록 하였다. 조원과 함께 전시물을 체험한 결과를 각자 적어보도록 함으로써 조원에 따라 다양한 답이 나올 수 있도록 문항을 구성하기도 하였다. B는 공동의 과제를 수행하기 위하여 자신이 체험한 전시물을 영상으로 찍어 이에 대한 실험 과정을 설계하고 결과를 학급 친구들과 공유하도록 계획함으로써 소집단 활동을 통해 결과물을 제작할 수 있도록 하였다. 또한 전시물의 체험 결과를 적용하여 조원들이 함께 해결할 수 있는 과제를 제시하기도 하였다. 예를 들어, B는 전시물의 개념을 응용하거나 전시물의 원리를 실생활에 적용하는 활동지를 제작하였고, 전시물을 체험한 후 관련 사이트를 이용하여 해당 전시물에 담긴 원리의 중요성에 대해 알아보는 문항을 구성하였다.

예비교사 B: 여기 같은 경우에는 시작을 누르면 공이 동시에 출발하는데, 직선보다 사이클로이드 곡선에서 빨리 떨어지니까 그걸 영상으로 찍으면 곡선에서 더 먼저 떨어진다 이렇게 줄 수 있게 영상을 찍고, (중략) 그리고 세 번째는 의견을 공유하여 친구랑 함께하는 학습이에요.

(예비교사 B의 사전 면담 중에서)

C는 전시물의 내용과 관련된 심화 문항을 제시하여 조원과 논의를 통해 문제를 해결하도록 하였다. 이때 정답이 정해져 있는 문항도 있었으나 조별로 다양한 응답이 가능한 문항도 있었다. 즉, 예비교사들은 학생들의 인지적 참여를 고려함으로써 소집단 활동을 통해 함께 결과물을 창출해낼 수 있는 보다 다양한 방법을 고려하였다고 볼 수 있다.

학생의 정의적 측면을 고려한 자발적 참여 유도

모든 예비교사가 단순히 패널을 읽고 답을 작성하는 전시물보다는 직접 체험할 수 있는 전시물을 주로 선정하였다. 즉, 예비교사들은 교실 환경에서 접하지 못했던 다양한 상황을 학생들이 직접 체험함으로써 과학에 대해 흥미를 느낄 수 있도록 하였다.

예비교사 B: 수업 때 주지 못했던 걸 아이들에게 주고 싶다는 마음으로 가니까 글만 적혀 있는 건(전시물)은 지나치게 되더라고요. 설명해주는 전시물은 지나치게 되고 애들이 이런 걸 이해할 수 있을까, 재미있어할까 이런 것들 위주로 보게 됐던 것 같아요.

(예비교사 B의 사전 면담 중에서)

이에 활동지는 주로 전시물을 체험한 뒤 측정된 수치를 기록하거나, 인터넷 검색과 논의를 통해 전시물의 원리와 관련된 실생활의 예를 알아보는 문항으로 구성되었다. 또한 전시물을 체험한 후 느낀 점을 발표하도록 하여 전시물에 대해 한 번 더 생각하고 동시에 과학적 의사소통 능력을 향상시킬 수 있는 기회를 제공하였다. 예를 들어, 예비교사 A는 ‘태풍 체험실’ 전시물을 이용하여 풍속에 따른 실제 태풍의 느낌을 체험하고 이에 대해 학생들과 소감을 나누도록 하였고, B는 ‘분자를 만들어보자’라는 전시물을 이용하여 학생들이 화합물을 직접 생성하고 이름을 적도록 하였다. 또한 주변에서 접할 수 있는 물질을 검색하고 분자 모형으로 그려보도록 하여 일상생활과 관련지어 소재를 탐색하도록 하였다. 즉, B는 체험형 전시물을 선정하여 학생들이 흥미를 느끼고 적극적으로 참여함으로써 스스로 지식을 습득할 수 있도록 하였다. C도 학생들이 체험을 통해 과학을 조금 더 친근하게 느끼는 것을 과학관 활용 수업의 목표로 하였고, 때문에 학생들이 흥미를 느낄 수 있는 전시물을 선정하고자 노력하였다.

예비교사 C: 저는 화학교사지만 거기 가서 가장 즐겁다고 느꼈던 게 ‘테슬라 코일’ 이기 때문에, 이 활동을 모든 학생들이 했으면 좋겠다고 생각을 했고, 이게 가장 심혈을 기울여서 만든 학습지예요. 그 다음에 ‘극성 무극성’은 화학 부분인데 제가 화학 쪽을 돌아다니다 보니까 ‘플라즈마’랑 ‘극성 무극성’이 두 가지가 있었어요. (중략) ‘플라즈마’는 평상시에 저희가 보기도 힘들고 특수한 경우에 발생하는 상황이잖아요. 거기서 그냥 애들이 만지고 놀면서 흥미가 생기면 이걸(‘플라즈마’ 전시물을) 찾아보았으면 좋겠다고 생각을 해서.

(예비교사 C의 사전 면담 중에서)

예비교사들은 학생들이 흥미를 가지고 체험에 참여하도록 하기 위해 활동지의 작업 밀도를 낮추는 방안도 고려하였다. 활동지의 문항이나 체험해야 할 전시물이 너무 많으면 학생들이 전시물을 체험할 수 있는 시간이 충분하지 않기 때문에 전시물에 대해 흥미를 느끼지 못하거나 깊이 있게 이해하기 어려울 수 있다.¹⁰ 따라서 워크숍에서도 학생들의 흥미 유발과 개념 이해에 중요한 요소인 활동지의 작업 밀도를 강조하였다. 이에 C는 처음에는 개념을 바탕으로 많은 수의 문항을 제작하려고 계획하였다가 과학에 대한 흥미를 느껴야 개념 이해에 대한 관심도 생길 것이라 판단하여 적절한 수의 전시물과 문항을 제시하였고, 학생들이 각 전시물에서 충분히 체험할 수 있도록 하였다. 이때 다양한 장소에 위치한 전시물을 제시하여 과학관을 체험하는 과정에서 다른 전시물도 자연

스럽게 접할 수 있도록 하였다. 뿐만 아니라 모든 예비교사가 활동지의 응답 형태를 괄호 넣기, 서술형, 선 긋기, 동그라미 치기, 동영상 촬영 등 다양하게 구성하여 학생의 흥미를 유발하고자 하였다. 이러한 결과는 워크숍에서 제시한 사례가 예비교사들의 활동지 제작에 영향을 미친 것이라 볼 수 있다. 특히 A는 수업 계획 후 이루어진 면담에서 워크숍의 영향을 직접적으로 언급하였다.

예비교사 A: (워크숍에서) 응답 형태를 다양하게 해야 한다고 하는 게 머릿속에 박혀서 그거를 많이 염두에 두었고, 활동지 분석 기준을 많이 설명해 주셨잖아요. 이런 것을 고려해야 하는구나 했어요. 만약에 워크숍 안 들었으면, ppt나 그런 것도 못 봤으면 ‘답을 적어보시오.’ 그 정도로 했었을 것 같아요. 이거 수업(워크숍)을 듣고 나니까 애들이 진짜 거기(과학관) 가서 (활동지에) 적고 있을 수 없다는 것도 알았고, 활동지 구성하는 데 있어서 그런 기준 같은 거를 세울 수 있었던 것 같아요.

(예비교사 A의 사전 면담 중에서)

한편, 예비교사들은 다양한 전시물이나 활동지를 제시하고 그 중 일부를 학생들이 직접 선택할 수 있도록 하였다. 이때 A와 B는 교육과정과 관련한 자신의 관심 영역에 따라, C는 흥미에 따라 선택하도록 하였다. 예를 들어, A는 물리, 화학, 생명과학, 지구과학의 네 영역에서 각각 2~3가지의 전시물을 선정하고 후 학생들이 네 영역 중 관심 있는 두 영역을 선택하여 심층적으로 알아볼 수 있도록 하였다. 또한 B는 중학교 1학년 과학 교과서의 단원을 기준으로 물리와 지구과학, 생명과학과 화학, 수학과 정보 교과에 대한 테마로 구성된 총 세 종류의 활동지를 제작하였고, 학생들은 이 중 하나를 선택하여 과제를 해결해나갈 수 있도록 하였다. 이때 각 활동지에 높은 사고력을 요하는 전시물도 함께 제시하여 심화 학습도 가능하도록 구성하였다. C는 사전 방문을 통해 예비교사가 가장 흥미를 느낀 전시물을 모든 학생들이 참여하도록 필수 전시물로 선정하고, 그 이외의 다른 전시물에 대해서는 유사한 전시물을 두 가지씩 선정하여 그 중 하나를 학생들이 택할 수 있도록 하였다. 또한 ‘분자를 만들어보자’ 전시물의 경우에는 학교 수업과 연계는 가능하나 학생의 흥미를 끌기에는 충분하지 않다고 판단하여 이 전시물을 선호하는 학생만 체험할 수 있도록 하였다.

학생들이 평소에 관심 있어 하는 분야를 다룰 때 과학관에 대한 관심이 더욱 높아지므로,² 선택의 기회 제공은 학생들의 과학관 체험에 긍정적인 역할을 할 수 있다. 그러나 예비교사들은 학생들에게 선택의 기회를 제공하여 흥미를 유발하는 것에 대한 고려가 부족하였다.²³ 이 연구

에 참여한 모든 예비교사는 선택의 기회를 통해 학생의 자발적인 참여를 고려하였고, 이는 모든 예비교사가 학생의 선택에 따라 전시물을 체험할 수 있도록 수업을 계획하였다는 점에서 의미 있는 결과라 볼 수 있다. B는 워크숍에서 선택의 기회와 관련하여 구체적인 예시를 소개한 것이 자신의 수업 계획에 긍정적인 영향을 미쳤다고 응답하였다.

예비교사 B: 아이들이 이런 전시물을 내가 체험할 수 있겠구나, 애는 이런 전시물을 체험하고 그럼 나는 이걸 하고 싶다. 이런 선택지를 만들고 아이들이 선택할 수 있는 기회를 주고 싶었고, 흥미 유발이나 동기 측면에서 자극할 수 있을 것 같았어요.

(예비교사 B의 사전 면담 중에서)

이와 같이 예비교사들은 대체적으로 학생들의 호기심과 흥미 유발을 위한 전략을 적절히 계획하고 반영하였다. 그러나 흥미나 호기심에 대한 학생들의 개인차를 잘 파악하지 못해 어려움을 겪는 예비교사도 있었다. 따라서 워크숍에서 흥미와 같은 정의적 측면을 강조할 때 학생들의 정의적 영역을 예비교사들이 스스로 파악할 수 있는 기회를 제공할 필요가 있다. 예를 들어, 워크숍에서 학생들이 가장 흥미를 가질 것이라 생각되는 전시물을 조별로 선정하게 하고 그 이유에 대해 토의하는 시간을 가진다면 다양한 의견을 통해 학생들의 흥미 유발 여부를 판단하는 데 도움을 줄 수 있다.

방문 후 활동을 통한 학습 강화

예비교사들은 방문 후 활동으로 학생들이 체험했던 전시물과 관련하여 학습을 강화하는 활동을 계획하였다. 예를 들어, A는 방문 후 활동에서 방문 중 활동지의 퀴즈 문항에 대한 답을 제시하고, 그 중 ‘테슬라 코일’ 전시물에 대한 문항에서는 원리와 구조에 대해 학습할 수 있도록 조사하고 발표하는 활동을 계획하였다. 또한 방문 중 활동에서 학생들이 체험했던 다양한 전시물 중 화학 전시물 하나를 선택하여 이 전시물과 유사한 원리를 전달하는 실험을 교과서에서 찾아 방문 후 활동에 활용하였다. 이때 화학 전시물을 체험했던 학생이 조장이 되어 실험 활동을 수행하도록 하였고, 과학관에서 체험했던 수준보다 심화된 내용을 다룸으로써 방문 중 활동의 내용을 상기시킬 뿐 아니라 확장까지 가능하도록 수업을 계획하였다. B는 방문 후 활동에서 조별로 촬영한 체험 영상을 발표하도록 하여 다른 학생들도 간접적으로 체험할 수 있도록 계획하였다. 또한 체험했던 전시물들이 어떤 단원과 연관된 내용이었는지 학교 교육과정과 연계시켜보는 활

동도 추가하여 학습을 강화하였다. C는 방문 후 활동에서 모든 학생들이 체험했던 ‘테슬라 코일’ 전시물과 관련된 영상을 제시하여 해외에서는 테슬라 코일을 어떻게 체험하는지 시청할 수 있도록 하고, 방문 중 활동의 심화 문항에 대해 방문 후 활동에서 토의하고 해결하도록 하였다.

예비교사 A: 전류를 흘려보내는 활동인데 이거는 (방문 중 활동에서) 화학 활동지에 있던 활동이랑 비슷한 거고 여기서(방문 후 활동에서는) 조별로 다양한 결과물이 나올 수 있도록 재미있는 활동 정도로 넣어봤고, 여기서도 그냥 약간 활용해서 단순히 배운 지식보다 약간 더 심화된 내용으로, 직접 학생들이 생각해볼 수 있는 문항을 넣었어요. (예비교사 A의 사전 면담 중에서)

이처럼 예비교사들은 방문 후 활동을 구성하는 것의 중요성을 인식하고, 학생들의 자발적인 참여를 통해 학생의 학습을 강화할 수 있도록 수업을 계획하였다. 그러나 일부 예비교사는 방문 후 활동에서 예비교사의 수업 목표에 적절한 학생 중심 활동을 계획하는 데 어려움을 겪었다. 예를 들어, B는 방문 후 활동에서 방문 중 활동을 포괄할 만한 학생 참여 활동을 계획하고자 하였으나 체험한 전시물을 포괄할 만한 구체적인 활동을 찾지 못해 어려움을 겪었다.

예비교사 B: 교사 입장에서 과학관 학습을 3~4차시로 구성했을 때 가장 큰 목표가 과학 교과의 일 년치를 돌아보는 거였기 때문에 방문 후 활동에서도 그 부분을 한 번 더 정리해주고 싶었어요. (그런데) 방문 후 활동지가 사실 저한테는 굉장히 아쉬운 활동지인데, 이거를 좀 더 실험이나 학생들이 체험했던 거를 ‘이것이 사실 이런 내용이란다.’ 이렇게 좀 보여주고 싶었어요. ‘해봐, 그거랑 똑같지?’ 이렇게 보여주고 싶었는데 (그 부분이 어려웠던 것 같아요). (예비교사 B의 사전 면담 중에서)

따라서 방문 후 활동에서 이루어질 수 있는 학생 중심 활동의 구체적 전략과 예시를 더욱 보완해야 한다. 예를 들어, 방문 후 활동에서 학생들이 체험한 전시물과 관련된 실험을 스스로 설계하여 실행하거나 전시물의 원리를 보다 깊이 있게 조사하여 발표할 수도 있고, 과학관에서 체험한 내용을 다른 학생들에게 소개하는 자료를 제작하여 전시하는 활동 등을 안내할 수 있다.

소집단 활동을 통한 사회적 상호작용의 촉진

과학관 활용 수업에서 자신의 경험이나 지식을 논의하는 사회적 상호작용은 학생들의 학습에 긍정적인 영향을 미

친다.³¹ 학생들은 과학관에서 이루어지는 소집단 활동 과정에서 서로 상호작용하면서 즐겁게 체험할 수 있다.^{32,33} 또한 교사는 학생과의 상호작용을 통해 적절한 교수법을 탐색하고 과학관 활용 수업에서 발생할 수 있는 예상치 못한 상황에 대한 대처 방안도 마련할 수 있다.¹⁹ 그러나 선행연구에서는²³ 예비교사들이 소집단 활동과 학생 사이의 상호작용을 고려하지 못하였고, 교사-학생 사이의 상호작용도 단순한 질의-응답 수준이었다. 현직교사의 과학관 활용 수업에서도 예비교사와 마찬가지로 교사-학생 사이의 상호작용은 단순한 질의-응답 형태에 그쳤고, 전시물의 원리를 설명하거나 흥미 유발을 위한 상호작용은 미미하였다.¹⁶ 이에 이번 워크숍에서는 학생 사이의 상호작용과 교사-학생 사이의 상호작용을 촉진할 수 있는 방법을 예시 자료와 영상을 통해 자세히 설명하였다. 그 결과 세 명의 예비교사 모두 조를 편성하여 소집단 활동을 계획하고 전시물 체험 활동에서 상호작용 촉진을 위한 다양한 전략을 세우는 것으로 나타났다.

학생 사이의 상호작용 측면에서 예비교사 A는 소집단 내에서 관찰하는 학생과 활동지를 적는 학생 등으로 역할을 나누어 전시물을 체험하도록 하였고, 단순히 버튼을 누르고 현상을 관찰하는 형태의 전시물에서는 게임 형태로 조원이 함께 참여할 수 있도록 하는 등 상호작용이 활발하게 일어나도록 활동의 형태를 변형하였다. 또한 체험한 전시물의 원리가 적용된 심화 과제를 제시하여 학생들이 협력적 탐구를 통해 해결하도록 하였다. 예를 들어, ‘시각과 뇌의 혼란’이나 ‘말하기와 뇌의 혼란’ 전시물에서 학생들이 단순히 체험하는 것을 넘어 학교 교육과정과 연계하여 학생들이 사전에 습득한 지식을 기반으로 심화 문항을 해결하도록 구성하였다. B도 소집단 활동을 구성하여 조원이 전시물을 함께 체험하도록 수업을 계획하였고, 전시물의 원리와 관련하여 결과를 추론해보는 문항을 구성함으로써 학생 사이의 상호작용이 활발하게 일어나도록 하였다. 또한 전시물 체험 과정을 동영상으로 촬영하고 이를 학급 채팅방에 공유하도록 하여 학급 전체가 상호작용하도록 하였다. C도 조원이 함께 체험하도록 수업을 계획하고 전시물을 체험한 후의 결과와 느낀 점을 조원 별로 기입하도록 하여 학생 사이의 상호작용이 이루어지도록 하였다.

교사-학생 사이의 상호작용 측면에서는 예비교사들이 학생들의 과학적 사고를 촉진하기 위한 조력자 역할을 주로 하는 것을 볼 수 있었다. 즉, 예비교사들은 학생들의 수준을 고려하여 학생 스스로 문항의 의미 및 원리에 대해서 이해할 수 있도록 문항에 대한 접근 방향을 안내하거나 체험한 전시물에 대해 가볍게 물어보는 등 학생들과 소통하기 위해 노력하였다. 예를 들어, A는 ‘시각과 뇌

의 혼란’ 전시물에서 학생들이 상하좌우를 모두 바꾸는 렌즈를 통해 물체의 상이 망막에 어떻게 맺히는지 그림으로 그려보는 문항을 제시하였다. 이 때 문항을 이해하지 못한 학생들을 위하여 ‘만약에 렌즈가 없다면 망막에 어떻게 맺힐까요?’와 같이 한 단계 낮은 수준으로 질의하고, 학생들이 배웠던 내용을 상기시킨 후 그려보도록 함으로써 원리를 응용하여 문항을 해결해 나갈 수 있도록 도왔다. B는 학생들에게 ‘이건 어떻게 된 거야?’, ‘이것의 원리는 무엇일까?’와 같이 전시물에 대해 질문하면서 학생들이 스스로 지식을 구성해나갈 수 있도록 상호작용하였다. 이러한 결과에 대해 B는 워크숍에서 현직교사의 과학관 활용 수업 동영상을 보고 학생과의 상호작용을 위해 교사가 취해야 할 태도가 무엇인지 생각할 수 있었다고 응답하였다.

예비교사 B: (워크숍에서) 영상을 직접 틀어주셨잖아요. 그 부분을 보고 애들이 학습지를 저렇게 생각하고 받아들이고 있구나. 아이들한테 학습지가 이 정도 영향력이구나. 또 교사는 이런 식으로 행동하고 관리하고 말을 하는구나. 그 부분이 제일 현실감 있게 와 닿았던 부분이 아닌가. 영상을 직접 틀어주시고 예시 활동지를 보여주셨던 부분, 그 부분이 가장 인상 깊습니다.

(예비교사 B의 사전 면담 중에서)

그러나 상호작용이 미미하게 나타난 부분도 있었다. B는 조원과의 상의를 통해 전시물에 내포된 개념을 찾아 필요한 요소에 동그라미 치는 문항을 제작하였는데 그 보기가 너무 이질적인 오답으로 이루어져 있어서 조원과의 상호작용 없이도 쉽게 해결할 수 있었다. C는 체험한 전시물의 원리를 다른 상황에 적용하는 문항을 제시하여 인지적 참여를 촉진하고자 하였으나 모든 문항을 방문 후 활동에서만 해결하도록 하여 실제로 방문 중 활동에서는 전시물을 체험하는 데만 집중하고 상호작용은 거의 일어나지 않았다. 또한 과학관 활용 수업에서 교사의 역할은 소극적이어야 한다고 잘못 판단하여 수업 중에 교사가 거의 발언하지 않는 경우도 있었다.

워크숍에서는 전시물의 원리를 응용하는 사고력 확장 문항뿐 아니라 실생활 예시 찾기 등 다양한 응답이 가능한 문항을 제시하는 것도 학생들의 인지적 참여를 통한 학생 사이의 상호작용을 촉진하는 방법임을 소개하였다. 예비교사들은 학생의 인지수준을 고려해서 다양한 문항을 제작해야 한다는 것은 인지하고 있었으나 실제 문항은 그렇지 못하였다. 특히 심화 문항을 제시하는 것은 스케폴딩을 통한 상호작용을 촉진할 수 있으나 심화 문항의 수준이 실제 학생들의 인지 수준과 맞지 않았다. 이에

B는 아직 과학관 활용 수업이 익숙하지 않고 학생의 인지 수준에 대한 파악도 부족하였다고 응답하였다. 또한 교사의 역할로서 학생들의 사고과정에 얼마나 깊이 관여해야 하는지에 대해 어려움을 겪기도 하였다.

예비교사 B: 체험할 수 있는 전시물을 골라서 체험을 했던 것은 나름대로 괜찮았던 것 같은데, 제가 전시물에 대한 질문을 하면서 어떤 행동을 의도하잖아요. 그 부분에서는 조금 부족했던 것 같아요. (중략) 예를 들면 충분히 고민을 하고 생각을 많이 하게 하려는 질문에서도 생각보다 인지수준을 낮게 잡아서 쉽게 대답하고 넘어간단든지, 친구들이랑 얘기를 한 번 꺼내볼 수 있을 것 같은 질문에도 쉽게 해버리는. (예비교사 B의 사후 면담 중에서)

예비교사들은 과학관 활용 수업뿐만 아니라 일반 교실 수업에서도 학생의 탐구를 촉진하기 위한 교사의 역할에 어려움을 겪고,³⁴ 학생의 사고를 자극하거나 능동적인 참여를 촉진하는 질문보다 사실 확인을 위한 수렴적 질문을 주로 한다고 보고되었다.^{35,36} 이렇듯 예비교사들이 상호작용 촉진 전략을 단시간에 이해하고 실행하는 것은 어려우므로 지속적인 조언과 실제적 경험을 제공하여야 한다.³⁷ 즉, 예비교사 교육에서 워크숍을 통해 예비교사들에게 상호작용을 촉진하기 위한 전략을 소개하고, 상호작용 촉진 전략을 직접 계획 및 실행해보는 등의 실제 경험을 쌓을 수 있는 기회를 제공할 필요가 있다.

방문 전, 중, 후, 활동 사이의 연계 부족

세 명의 예비교사는 모두 방문 전, 중, 후 활동으로 수업을 구성하였다. 즉, 방문 전 활동은 과학관에 대한 낯설음을 감소시키기 위한 오리엔테이션으로 계획하고, 방문 중 활동에서는 예비교사들이 선택한 전시물의 실제 체험이 이루어졌으며, 방문 후 활동에서는 방문 중 활동에서의 체험을 발표해보는 형태로 계획하였다. 워크숍에서의 방문 전, 중, 후 활동에 대한 소개는 예비교사들의 체계적인 수업 구성에 도움을 주었고, 특히 방문 전 활동의 필요성을 깨닫게 하는 데 영향을 미쳤다. 예비교사들은 방문 전 활동에서 학생의 흥미 유발을 통한 과학관 방문의 기대감을 조성하고 실제 과학관 체험으로까지 이어질 수 있도록 하였다.

면담자: 방문 전 활동지를 작성할 때 워크숍에서 도움을 받은 점이 있나요?

예비교사 A: 워크숍에서 (제공한) ppt(자료)를 보고 일단 흥미를 끄는 거 있었잖아요. 워크숍이랑 보내주시는 거 다 도움을 받았다고 생각하는데, 일단 방문 전 활동지를 만들어야 된다는 것 자체를 그때 알았어요. (중략) 저는 원래 예

습이 중요하다고 생각하는 사람인데 방문 전 활동지를 쥐 가지고 흥미 유발하고 그 다음에 우리가 뭐 할 지 계획을 세워주면 개네가 일단 놀러가는 게 아니구나 이렇게 생각이 들고 자기 나름 해야겠다는 생각이 들잖아요. 그래서 (방문 전 활동이) 있고 없고는 많이 차이가 날 것 같아요. (예비교사 A의 사전 면담 중에서)

그러나 방문 전, 중, 후 활동의 연계는 예비교사 B의 수업에서만 잘 나타났다. B는 친구의 고민을 해결해주는 과정으로 수업을 구성하였는데, 방문 전 활동에서 친구의 고민을 해결해주기 위해 체험할 활동에 대해 예측하고 과학관을 방문하여 실제로 체험하면서 이에 대한 답을 구했다. 방문 후 활동에서는 체험한 활동을 영상으로 촬영하여 발표하고 원리를 설명하도록 하였다. 반면, A와 C의 경우 방문 전, 중, 후 활동의 연계가 잘 드러나지 않았다. 예를 들어, 방문 전 활동을 과학관을 소개하고 찾아가는 방법에 대한 내용으로만 구성하여 방문 중 활동에서 이루어질 체험 활동과 의미 있게 연계되지 못하였다. 방문 후 활동의 경우에도 A는 화학 전시물에 대한 연계만 고려하였다. 다수의 교사들이 과학관 활용 수업을 체계적으로 계획하지 않는다는 연구 결과로¹⁵ 미루어보아 예비교사도 방문 전, 중, 후 활동의 체계적 연계에 매우 어려움을 겪었으리라 예상할 수 있다.

과학관에서 학습할 개념이나 주제의 탐색과 관련된 방문 전 활동은 방문의 체계성을 확립하는 데 도움을 주고 학생의 스캐폴딩을 위한 도구 역할을 한다.⁸ 또한 방문 전, 중, 후 활동이 유기적으로 연결되었을 때 과학관 수업에 대한 학습 목표에 도달할 가능성이 더 높다.¹⁶ 따라서 워크숍에서 방문 전, 중, 후 활동이 유기적으로 연결된 사례를 다양한 주제별로 선별하여 제시하거나 조별로 설정한 수업 목표에 따라 방문 전, 중, 후 활동의 연계 계획을 세워 발표해 보는 활동 등을 진행할 필요가 있다.

학생의 개인적 경험에 대한 고려 부족

예비교사들은 방문 후 활동에서 학생들이 과학관에서 체험한 전시물에 대해 발표하고 각자의 경험을 공유하도록 하여 개인적인 경험과 관련 짓도록 하였다. 예비교사 C는 학생들이 과학관에서 수업과 관계없이 개인적으로 체험했던 전시물 중 가장 흥미로웠던 전시물에 대해 발표하도록 하였다.

예비교사 C: 과천과학관에 전시물이 엄청 많기 때문에, 그래서 주어진 시간에 각자 보고 싶은 전시물을 봤을 텐데 그 중에서 자기한테 기억이 남는 것은, 적어도 하나는 남아있을 것이라 생각해요. (방문 후 활동에서는) 저희가 했던 학

습지 외에 그것을(기억에 남았던 전시물에 대해) 각자 얘기를 해보고 다른 사람들에게 소개시켜주는.

(예비교사 C의 사전 면담 중에서)

워크숍에서는 교사가 학생들의 개인적인 배경과 지식을 고려해야 하고, 특히 방문 후 활동에서는 과학관에서의 경험을 확장시키는 기회를 제공해야 함을 강조하였으나 경험에 대한 발표에 그치는 경우가 많아 개인적인 경험에 대한 의미 있는 결과를 추출해내려는 노력이 부족하였다. 과학관에서의 학습이 개인적으로 의미 있는 경험과 연결될 때 보다 유의미한 학습이 이루어지므로,⁸ 예비교사가 학생들 자신의 개인적인 경험에 따라 의미를 부여할 수 있는 다양한 활동을 개발할 수 있도록 도울 필요가 있다. 예를 들면 방문 중 활동에서 촬영한 자료를 활용하여 신문이나 영상으로 만들어보거나 개인적으로 관심 있는 분야를 조사하는 활동 등의 후속 활동을 계획할 수 있다.

결론 및 제언

이 연구에서는 과학관 활용 수업을 계획하고 실행할 때 필요한 구성주의적 요소를 강조하고 다양한 예시 사례와 경험을 강화한 교육 프로그램을 적용하여, 예비화학교사의 과학관 활용 수업에 대한 교수 설계에서 나타나는 특징을 분석하였다. 연구 결과, 연구에 참여한 모든 예비교사가 일회성 체험 학습에 그치지 않도록 학습 목표를 설정하고 학교 교육과정과의 연계를 고려하여 수업을 계획했으며, 지리적, 심리적 측면을 고려하여 방문 전 활동을 계획함으로써 과학관에 대한 낯설음지수를 감소시키기 위해 노력한 것으로 나타났다. 또한 학생의 인지적 측면을 고려하여 공동의 산출물을 만들어 내는 소집단 활동을 체계적으로 계획하였고, 학생들의 정의적 측면을 고려하여 자발적으로 수업에 참여할 수 있도록 하였다. 뿐만 아니라 학생 사이의 상호작용이나 교사-학생 사이의 상호작용을 촉진하기 위한 구체적 활동 전략을 세웠고, 방문 후 활동을 통해 학습을 강화할 수 있도록 수업을 계획하였다. 이와 같이 예비교사들은 워크숍에서 강조한 내용을 잘 숙지하고 이를 고려하여 수업을 계획하고 실행함으로써 대체로 긍정적인 결과를 보였다.

이러한 결과는 예비교사를 위한 과학관 활용 수업 프로그램에서 구성주의적 요소를 강조하고 사례를 제시하여 구체적인 정보를 제공한 것이 예비교사의 수업 전문성을 향상시킬 수 있다는 가능성을 보여준다. 즉, 예비교사들에게 과학관 활용 수업에 대한 긍정적 인식을 갖게 하고 수업 계획을 위한 기본적인 지식과 틀을 구체적으로 제공함으로써, 예비교사들이 효과적으로 수업을 계획하고

실행할 수 있었다는 점에서 의미가 크다.

그러나 여전히 이해도가 낮거나 실행 지식이 부족한 부분도 있었다. 방문 전 활동에서 인지적 측면을 고려하거나 방문 중 활동에서 학생의 인지적 참여를 통해 학생 사이의 상호작용을 촉진하는 것은 미흡하였고, 방문 후 활동에서 수업 목표에 적절한 학생 중심 활동을 계획하는데 어려움을 겪었다. 또한 방문 전, 중, 후 활동 사이의 연계와 학생의 개인적 경험에 대한 고려도 부족하였다. 따라서 방문 전, 후 활동에 대한 구체적 내용이나 예시, 방문 전, 중, 후 활동의 연계 및 학생 사이의 상호작용에 대한 안내가 더욱 보완될 필요가 있다. 과학관 활용 수업은 일반적인 수업과 다른 전문성이 요구되므로 효과적인 과학관 활용 수업을 위해서는 예비교사 교육에서부터 과학관 활용 수업의 특징을 강조하여 교수 전략을 습득할 수 있는 기회를 제공해야 한다. 연구의 결과를 바탕으로 하여, 과학관 활용 수업을 위한 예비교사 교육 프로그램의 내용을 다음과 같이 제안한다.

첫째, 예비교사에게 과학관 활용 수업의 실제 교수학습 자료와 수업 동영상을 보여줌으로써 효과적인 과학관 활용 수업에 대한 이해를 도울 필요가 있다. 이 연구에서는 예비교사들에게 과학관 학습에 관한 학습 모형과 교수 전략을 활동지 예시 또는 수업 영상과 함께 제시하여 교수 실행과 관련된 구체적인 정보를 제공하였다. 이에 예비교사들은 학생들의 정의적 측면을 고려하여 활동지를 구성하였고, 상호작용을 촉진할 수 있는 구체적인 활동 전략을 세웠다. 과학관 활용 수업은 학교 현장에서 흔히 접하기 어려운 수업으로 예비교사가 교수자로서뿐만 아니라 학습자로서도 경험해보지 못한 경우가 대부분이다. 따라서 예비교사들에게 과학관 활용 수업에 대한 새로운 교수 전략을 직접적으로 접할 수 있는 기회를 제공할 필요가 있다. 이때 예비교사 사이에 활발한 논의가 일어날 수 있도록 유도하면 예비교사의 이해를 돕는 데 더욱 효과적일 것이다. 또한 시연 후 진행되는 평가회에서도 예비교사의 시연 수업에 대한 분석 및 평가가 활발히 이루어질 수 있도록 분석틀을 제시한다면 예비교사가 자신의 수업에 대해 반성하고 보완해야 할 방향을 구체적으로 모색함으로써 수업 전문성 향상에 도움을 받을 수 있을 것이다.

둘째, 예비교사가 과학관 활용 수업에 대한 실행 지식을 갖출 수 있도록 다양한 활동의 기회를 충분히 제공해야 한다. 이 연구에서는 예비교사들에게 과학관을 활용한 수업 계획을 돕기 위해 현직교사가 직접 제작한 활동지를 나누어주고, 분석해보는 활동을 진행하였다. 그러나 예비교사들은 방문 전 활동에서 인지적 측면을 고려하거나 방문 중 활동에서 학생의 인지적 참여를 통해 학생 사이의 상호작용을 촉진하는 것은 미흡하였다. 또한 방문

후 활동에서 수업 목표에 적절한 학생 중심 활동을 계획하는 데 어려움을 겪었다. 이는 과학관 활용 수업의 교수 전략을 체화하기에는 시간이 충분하지 않았음을 의미한다. 그러므로 활동지를 분석하는 활동 이외에도 예비교사가 직접 활동지를 제작 및 평가해보는 활동 등을 통한 연습의 기회를 제공할 필요가 있다. 예를 들어, 학생이 가장 흥미를 가질 것이라 생각되는 전시물을 직접 선정하고 각 활동에 대한 개요와 활동지를 직접 작성하여 이에 대해 조별로 토의 및 평가해보는 시간을 가질 수 있다. 또한 학교 교육과정과의 연계 관점에서 전시물을 분석하는 시간을 제공하여 예비교사가 학생의 인지 수준에 적절한 전시물을 선정하고, 다른 예비교사가 제작한 활동지에 대해 평가해볼 수 있는 시간도 추가하여 수업 계획에 대한 아이디어를 제공할 수 있다.

셋째, 예비교사가 보다 의미 있는 과학관 활용 수업을 실행할 수 있도록 수업에 활용할 수 있는 다양한 활동 사례를 제시할 필요가 있다. 이 연구에서 예비교사들은 방문 전, 중, 후 활동 사이의 연계와 학생의 개인적 경험에 대한 고려가 부족하였다. 과학관 활용 수업은 방문 전, 중, 후 활동이 유기적으로 연결되어야 인지적, 정의적 측면에서 학생의 학습을 도울 수 있고, 과학관에서의 체험이 학생의 개인적인 경험과 연결될 때 보다 의미 있는 학습이 이루어질 수 있다. 그러므로 과학관 활용 수업과 관련된 교수학습 자료를 충분히 제공하고 신문이나 영상을 만들어 보거나 개인적으로 관심 있는 분야를 조사하는 등의 활동을 소개하여 예비교사가 수업 계획에 적극적으로 활용할 수 있도록 해야 한다.

한편, 과학관 활용 수업은 수업의 목적이나 전시물의 특성 및 체험 형태에 따라 다양하게 나타날 수 있으므로 수업 대상, 수업 형태, 학습 주제, 전시 매체 등 다양한 관점에서의 연구가 더 이루어져야 할 것이다. 또한 이 연구에서는 대부분의 예비교사가 과학관 활용 수업에 대한 실제적 경험이 부족한 상황에서도 비교적 길지 않은 시간으로 워크숍을 계획하였고, 수강생 중 일부만이 시연하였다. 과학관 활용 수업에 필요한 요소를 보다 심층적으로 이해하기 위해서는 지속적인 교육과 직·간접적 경험이 반드시 필요하다. 따라서 예비교사 교육에서 워크숍을 통해 과학관 활용 수업과 같은 비형식 학습 환경을 수시로 소개하고 예비교사 교육에서 나아가 현직교사 연수로까지 확장하여 지속적으로 활용함으로써 과학관 활용 수업에 대한 보다 폭 넓은 이해가 가능하도록 할 필요가 있다.

Acknowledgments. Publication cost of this article was supported by the Korean Chemical Society.

REFERENCES

1. Anderson, D.; Lucas, K. B.; Ginns, I. S. *Journal of Research in Science Teaching* **2003**, *40*, 177.
2. Chang, H.-S.; Choi, K.-H. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction* **2006**, *6*, 425.
3. Kim, S.-H.; Song, J.-W. *Journal of the Korean Association for Science Education*, **2003**, *23*, 544.
4. Kwon, Y.-Y.; Jeong, E. *Biology Education* **2015**, *43*, 412.
5. Tran, L. U. *Science Education* **2007**, *91*, 278.
6. Jarvis, T.; Pell, A. *Journal of Research in Science Teaching* **2005**, *42*, 53.
7. Allen, S. In *Learning conversations in museum*; Leinhardt, G.; Crowley, K.; Knutson, K., Ed.; Lawrence Erlbaum Associates: New Jersey, U.S.A., 2002; p 259.
8. DeWitt, J.; Osborne, J. *International Journal of Science Education* **2007**, *29*, 685.
9. Griffin, J.; Symington, D. *Science Education* **1997**, *81*, 763.
10. Kisiel, J. F. *Journal of Science Teacher Education* **2003**, *14*, 3.
11. Julyan, C.; Duckworth, E. In *Constructivism: Theory, Perspectives, and practice*; Fosnot, C. T., Ed.; Teachers College Press: New York, U.S.A., 1996; p 107.
12. Han, M.; Yang, C.; Noh, T. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2014**, *34*, 33.
13. Choi, K.; Chang, H.; Lee, H. *Journal of Korean Elementary Science Education* **2006**, *25*, 331.
14. Griffin, J. *Science Education* **2004**, *88*, S59.
15. Han, M.; Yang, C.; Noh, T. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2010**, *30*, 1060.
16. Han, M.; Yang, C.; Noh, T. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2014**, *34*, 559.
17. Kim, J.; Oh, Y.; Choi, K. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction* **2012**, *12*, 261.
18. Chang, H.; Lee, H. *Journal of Korean Elementary Science Education* **2008**, *27*, 211.
19. Adam, J. D.; Gupta, P. *Journal of Research in Science Teaching* **2017**, *54*, 121.
20. Wallace, C. S. *Journal of Science Teacher Education* **2013**, *24*, 811.
21. Anderson, D.; Lawson, B.; Mayer-Smith, J. *Teaching Education* **2006**, *17*, 341.
22. Luehmann, A. L. *Science Education* **2007**, *91*, 822.
23. Yang, C.; Bae, Y.; Noh, T. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2015**, *35*, 95.
24. Arellano, E. L.; Barcenal, T. L.; Bilbao, P. P.; Castellano, M. A.; Nichols, S.; Tippins, D. J. *Journal of Research in Science Teaching* **2001**, *38*, 502.
25. Harrington, H. L. *Teaching and Teacher Education* **1995**, *11*, 203.
26. Pang, J.; Kim, S.; Choi, J. *The Mathematical Education* **2009**, *48*, 61.
27. Falk, J. H.; Dierking, L. D. *Learning from Museums: Visitor experiences and the making of meaning*; AltaMira Press:

CA, U.S.A., 2000.

28. Song, J. W.; Kim, C.-J.; Kim, H.-B.; Yoo, J.; Lee, K. H.; Chae, H. K. *The Study Book for Inquiry Learning of Primary, Middle, and High School Connected with Exhibits of the Gwacheon National Science Museum*; The Gwacheon National Science Museum: Gyeonggi, 2009

29. Guisasola, J.; Solbes, J.; Barragues, J.; Morentin, M.; Moreno, A. *International Journal of Science Education* **2009**, *31*, 2085.

30. Tal, R.; Bamberger, Y.; Morag, O. *Science Education* **2005**, *89*, 920.

31. Borun, M.; Chambers, M.; Cleghorn, A. *Curator* **1996**, *39*, 123.

32. Lucas, K. B. *Science Education* **2000**, *84*, 524.

33. Price, S.; Hein, G. E. *International Journal of Science Education* **1991**, *13*, 505.

34. Bang, A. R.; Choi, A. *Journal of the Korean Chemical Society* **2016**, *60*, 342.

35. Kang, C.-S. *Research in Social Studies Education* **2014**, *21*, 67.

36. Lee, H.-J.; Chang, J.-E.; Kim, H.-B. *Biology Education* **2013**, *41*, 181.

37. Noh, T.; Lee, J.; Kang, H. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2012**, *32*, 1187.

Appendix 1. Overview of pre-service teachers' lessons

	예비교사 A	예비교사 B	예비교사 C
수업 목표	지적 호기심 자극 및 자기 주도적 학습 유도	과학에 대한 흥미 유발 및 절차적 지식 습득	과학에 대한 흥미 유발
방문 전	-과학관에서 체험할 전시물을 퀴즈 형태로 사진과 함께 제시 -과학관의 위치 안내 -관심 영역에 따른 활동지 선택 -과학관을 방문하였을 때 지켜야 할 규칙 작성	-관람할 전시물 결과 예측 및 사진을 통한 전시물 탐색 -홈페이지 활용을 통한 관람할 전시물의 위치 탐색 -관심 영역에 따른 활동지 선택 -과학관을 방문하였을 때 유의할 점 제시 및 지켜야 할 규칙 작성	-전시물을 촬영한 영상 제시 -과학관의 위치 안내 -체험할 전시실의 위치 안내 및 관심 있는 전시실 탐색 -과학관을 방문하였을 때 지켜야 할 규칙 작성
활동			
방문 중	-관람할 전시실과 전시물의 위치 안내 -소집단 활동: 조별로 선택한 영역에 대한 전시물 체험 및 활동지 작성	-소집단 활동: 조별로 선택한 영역에 대한 전시물 체험 및 활동지 작성	-조원 구성 및 체험할 전시물 선택 -소집단 활동: 조별로 선택한 전시물 체험 및 활동지 작성
방문 후	-퀴즈 중 '테슬라코일' 전시물에 대한 심화 학습 -방문 중 활동에서 체험한 전시물과 유사한 원리의 실험 수행	-체험한 전시물 발표 -체험한 전시물과 학교 교육과정과의 연계	-독일의 과학관 영상 제시 -체험한 전시물 발표 -방문 중 활동지 중 심화 문항 토의