


**บทวิทยากร**
**Original Article**

# **การเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนอาชีวศึกษา โดยใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ**

พัชรา สิริวัฒนเกตุ วทบ\*, กนก พานทอง ประ.ด\*\*, ภัทราวดี มากมี ประ.ด\*\*\*

\*พยาบาลวิชาชีพชำนาญการ โรงพยาบาลเจริญกรุงประชารักษ์

\*\*อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

\*\*\*อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

## **บทคัดย่อ**

**บทนำ:** ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ เป็นทักษะและความสามารถในการรับรู้ภาพ เป็นทักษะที่สำคัญและความสามารถพื้นฐานต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ และช่วยในการประกอบอาชีพต่าง ๆ ของนักเรียนอาชีวศึกษาดังนั้น จึงเป็นบทบาทหน้าที่ของครูและผู้เกี่ยวข้อง ควรพัฒนาการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมในการเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เพื่อเตรียมพร้อมในการเรียนในระดับที่สูงขึ้นหรือและการประกอบอาชีพ

**วัตถุประสงค์:** เพื่อพัฒนาโปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณสำหรับการเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ และเพื่อเปรียบเทียบผลของโปรแกรมโดยพิจารณาจากคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์หลังใช้โปรแกรม

**วิธีการดำเนินการวิจัย:** ใช้แบบแผนการทดลองแบบ pretest and posttest control group design โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมแบบกลุ่มแลกเปลี่ยนความคิด กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนอาชีวศึกษา สาขาวิชาช่างอุตสาหกรรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคโนโลยีภาคตะวันออก (อี. เทค) จังหวัดชลบุรี จำนวน 2 ห้องเรียน ๆ ละ 45 คน ได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มแบบขั้นตอนเดียว แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ และแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพื้นฐานและสถิติทดสอบที



บทความวิชาการ

Original Article

## การเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนอาชีวศึกษา โดยใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ

พัชรา สิริวัฒนเกตุ วทบ\*, กนก พานทอง ปร.ด\*\*, ภัทรวดี มากมี ปร.ด\*\*\*

\*พยาบาลวิชาชีพชำนาญการ โรงพยาบาลเจริญกรุงประชารักษ์

\*\*อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

\*\*\*อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

### บทคัดย่อ (ต่อ)

#### ผลการศึกษา:

1. โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุดในการเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนอาชีวศึกษา
2. คะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ในกลุ่มทดลองหลังได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ สูงกว่าก่อนได้รับการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
3. คะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ในกลุ่มทดลองหลังได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

**สรุป:** โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสม สามารถเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนอาชีวศึกษาได้

**คำสำคัญ:** ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ



บทความวิชาการ

Original Article

## Enhancing the spatial ability of vocational students using a critical cognitive skills training program

Patchara Sirivattanaket M.Sc\*, Kanok Panthong Ph.D\*\*, Pattrawadee Makmee Ph.D\*\*\*

\*Professional Nurse, Charoenkrung Pracharak Hospital, Medical Service Department, Bangkok

\*\*Dissertation Advisor of College of Research Methodology and Cognitive Science at Burapha University, Thailand

\*\*\*Dissertation Co-Advisor of College of Research Methodology and Cognitive Science at Burapha University, Thailand

### Abstract

**Introduction:** Spatial ability is the skill and picture perception. It is crucial skill and importantly basic ability of human in daily day life and help vocational students to success in their careers. Therefore, teacher and person who have responsibility for their students to develop effective learning program that can improve spatial ability of vocational students to prepare learning in academic study and success in career.

**Objectives:** to develop a critical cognitive training program for enhancing spatial ability, and to assess its effectiveness by examining scores on tests of spatial ability administered after training.

**Method:** Pretest and posttest control group design was used in this study. The program consisted of the learning through group activities to share any ideas. The samples comprised 90 vocational students from two classrooms, 45 students from each, from the department of Mechanical Technology, Eastern College of Technology, Chonburi Province. The participants were selected by using single stage cluster sampling and were then assigned to experimental and control groups. The research instruments were a critical cognitive skills training program and spatial ability testing. Data were analyzed by using descriptive statistics and t-test.

**The results were as follows:** 1. The cognitive training program was judged suitable for enhancing the spatial ability of vocational students. 2. The average scores of spatial ability in the experimental group after training with the developed program were statistical significantly higher than before training. ( $p < 0.05$ ) and 3. The average scores of spatial ability in the experimental group were statistically significantly higher than the control group. ( $p < 0.05$ )

**Conclusion:** The cognitive training program was suitable for improve spatial ability in vocational students.

**Keyword:** Spatial ability, Critical cognitive skills, The cognitive training program

## บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีดัชนีมวลรวมของประเทศทางเศรษฐกิจในภาคอุตสาหกรรมสูงสุด (Gross Domestic Product: GDP) เป็นดัชนีชี้วัดทางเศรษฐกิจทำให้เห็นว่าภาคการผลิตมีมูลค่าสูงสุดอยู่ในภาคอุตสาหกรรม โดยคิดเป็นร้อยละ 32.9 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ<sup>1</sup> ให้รัฐบาลไทยมีนโยบายในการพยายามมุ่งเน้นการพัฒนาทักษะและสมรรถนะของแรงงานไทย ในทางปฏิบัติกลับพบว่า การขับเคลื่อนนโยบายดังกล่าวยังมีประเด็นปัญหาสำคัญ ที่ยังไม่สามารถทำให้การขับเคลื่อนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ นั่นคือ ปัญหาเรื่องการขาดแคลนแรงงาน และความไม่สอดคล้องของคุณลักษณะของแรงงานกับความต้องการแรงงานของสถานประกอบการซึ่งสาเหตุเกิดจากการขาดด้านทักษะและประสบการณ์<sup>2</sup>

การศึกษาในระดับอาชีวศึกษามีเป้าหมายระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา 3 ปี มุ่งเน้นการผลิตกำลังคนระดับฝีมือทางช่างที่มีสมรรถนะวิชาชีพ มีคุณธรรมจริยธรรม และจรรยาบรรณวิชาชีพ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการประกอบอาชีพได้ตรงตามความต้องการของตลาดแรงงานการจัดหลักสูตรให้แก่ นักเรียนอาชีวศึกษา สาขาวิชาช่างอุตสาหกรรม มีการจัดให้ผู้เรียนจัดทำโครงการพัฒนาทักษะวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมที่สัมพันธ์หรือสอดคล้องกับสาขาวิชาในภาคเรียนที่ 5 และ/หรือภาคเรียนที่ 6 ซึ่งหมายถึง อยู่ในระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3

ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (spatial ability) เป็นความสามารถในการรับรู้ภาพ และการมองเห็นที่ใช้จินตนาการประสาธน์สัมพันธ์กับสิ่งต่าง ๆ รอบตัว ทำให้จินตภาพภายในสมอง<sup>3</sup> ความสามารถด้านนี้จะส่งผลให้มนุษย์เข้าใจถึงมิติต่าง ๆ และยัง

รวมไปถึงการมองภาพที่เป็นรูปทรงต่างๆ ที่เคลื่อนไหวซ้อนทับกันหรือซ้อนอยู่ใน ตลอดจนถึงการแยกและประกอบภาพ รวมถึงความสามารถในการจำแนกตำแหน่งที่อยู่ เช่น บน ล่าง ซ้าย ขวา และระยะทางใกล้หรือไกล ความแตกต่างของระบบประสาทของแต่ละคน การแยกแยะสี รูปร่าง รูปทรงพื้นฐาน ลักษณะพื้นผิว มิติความลึก มิติความกว้าง ความยาว ความหนา ความสูง และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่างๆ ซึ่งเป็นการทำงานของกระบวนการทางปัญญา (cognitive process)<sup>4</sup> วิศวกรหรือสถาปนิกที่ออกแบบโครงสร้างบ้านตามจินตนาการได้<sup>5</sup>

โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจรรย์ญาณเป็นโปรแกรมที่พัฒนาจากแนวคิด เป็นทักษะที่พัฒนาตามแนวคิดขององค์การอนามัย<sup>6</sup> ซึ่งถือได้ว่าเป็นทักษะทางการคิดขั้นสูง เน้นการสร้างกิจกรรมที่ต้องระบุสิ่งเป้าหมายหลักโดยเน้นการฝึกทักษะด้านต่าง ๆ ได้แก่ 1) ด้านการคิดสร้างสรรค์ (creative thinking) 2) ด้านการคิดอย่างมีวิจรรย์ญาณ (critical thinking) 3) ด้านการแก้ปัญหา (problem solving) 4) ด้านการตัดสินใจ (decision making) และ 5) ด้านการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ (effective communication) หมายถึง ความสามารถในการแสดงออกทั้งด้านวาจา และทางกายแบบเหมาะสมกับสถานการณ์และสิ่งแวดล้อม

โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจรรย์ญาณที่พัฒนาขึ้นนั้น เป็นโปรแกรมที่ออกแบบกิจกรรมให้สามารถเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ โดยผ่านกระบวนการการรับรู้ของสมองสมองส่วนสมองใหญ่ (cerebrum) หรือเรียกว่า เปลือกสมอง เป็นสมองส่วนที่ใหญ่ที่สุด มีบทบาทเกี่ยวกับกระบวนการคิดขั้นสูงและการทำงานเกี่ยวกับอารมณ์สมองกลีบหน้า (frontal lobe) ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนไหว และกิจกรรมที่ผ่านกระบวนการคิด เช่น

การวางแผน การตัดสินใจ และการตั้งเป้าหมาย ส่วนนี้อยู่หน้าร่องกลางของสมอง (central sulcus) และบริเวณเหนือร่องสมองด้านข้าง (lateral fissure) จะเห็นได้ว่าสมองแต่ละซีก ทำหน้าที่ต่างกัน ข้อมูลนำเข้าชุดเดียวกัน โดยสมองซีกซ้ายทำหน้าที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลเฉพาะ (analytical) รายละเอียดเพื่อแก้ปัญหา ใช้ภาษา การเขียน การอ่าน ทักษะด้านตัวเลข การใช้เหตุผล การควบคุมการพูด การควบคุมการทำงานของมือขวา ซึ่งเรียกการทำงานของสมองซีกซ้ายว่า “ส่วนของการตัดสินใจ” ส่วนการทำงานของสมองซีกขวาทำงานแบบกว้าง ๆ ทำหน้าที่ในเรื่องของความเข้าใจ ความจำ การเห็นภาพสามมิติ ความรู้สึกดีต่อตนเอง ศิลปะ ความมีสุนทรียทางดนตรี การใช้จินตนาการ รวมทั้งการควบคุมการทำงานของมือซ้าย ซึ่งเรียกได้ว่าการทำงานของสมองซีกขวาคือ “ส่วนของการสร้างสรรค์”<sup>6</sup>

ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์จึงมีความสำคัญกับมนุษย์ ในการเรียนรู้สิ่งแวดล้อม โดยใช้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ในการจำแนกวัตถุ การเข้าใจลักษณะวัตถุ ขนาด มิติ การเคลื่อนที่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุกับวัตถุ วัตถุกับคน หรือตำแหน่งต่าง ๆ ซึ่งเป็นพื้นฐานที่ส่งผลต่อพัฒนาการด้านสติปัญญา และเป็นพื้นฐานที่สำคัญยิ่งในการเรียนรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ตลอดจนเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในงานวิชาชีพที่ต้องใช้ทักษะต่าง ๆ ของนักเรียนอาชีวศึกษา สาขาวิชาช่างอุตสาหกรรม ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์จึงเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยให้การจัดการบรรลุเป้าหมายของหลักสูตรได้สะดวกขึ้น<sup>7</sup>

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาโปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อใช้ในการเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สำหรับนักเรียนอาชีวศึกษา สาขาวิชาช่างอุตสาหกรรม

แผนกช่างยนต์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 เนื่องจากโปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณเป็นโปรแกรมทางปัญญาขั้นสูงที่อยู่บนพื้นฐานของการใช้หลักการและเหตุผล เป็นทักษะที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ และการเพิ่มความสามารถในด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งเป็นโปรแกรมที่เป็นการเชื่อมโยงของความรู้ ทักษะ เจตคติ การแก้ปัญหาในทุกมิติทำให้เกิดพฤติกรรมไปในทางบวก มีพฤติกรรมไปในทางที่ถูกต้อง สามารถมองปัญหาอย่างเป็นรูปธรรมและรอบด้าน และเนื่องจากการเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์นั้น ควรฝึกในผู้ที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับการมองและหาความสัมพันธ์ของภาพและวัตถุ การรับรู้ และการคิดขั้นสูงมาก่อน ดังนั้น ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรม โดยการจัดกระบวนการทำกิจกรรมที่ได้ผลดีในการเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนอาชีวศึกษา คือ จัดให้มีสมาชิกในกลุ่มสำหรับนักเรียนอาชีวศึกษา ที่มีความหลากหลายระหว่างของนักเรียนอาชีวศึกษา เพื่อให้เกิดกระบวนการการแลกเปลี่ยนทางความคิด<sup>8</sup> กลุ่มละ 8-12 คน<sup>9</sup> เวลาที่เหมาะสม คือ อยู่ในเวลา 8-10 สัปดาห์สัปดาห์ละ 50-60 นาที<sup>10</sup> เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนเพื่อออกไปประกอบอาชีพหรือศึกษาต่อในระดับสูงขึ้นไป ซึ่งกระบวนการเหล่านี้จะทำให้นักเรียนอาชีวศึกษารู้จักเข้าใจตนเองและเข้าใจผู้อื่น และมีทักษะในการที่จะจัดการปัญหารอบ ๆ ตัวในปัจจุบัน และเตรียมปรับตัวในอนาคตได้อย่างเหมาะสม สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการดำเนินชีวิต และการประกอบอาชีพช่างได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาโปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณสำหรับการเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนอาชีวศึกษา

2. เพื่อเปรียบเทียบผลของโปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณสำหรับการเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนอาชีวศึกษา ดังนี้

2.1 เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ภายในกลุ่มที่ใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ

2.2 เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ระหว่างกลุ่มที่ใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ

## สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนอาชีวศึกษากลุ่มที่ใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณหลังใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณมีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงกว่าก่อนใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ

2. นักเรียนอาชีวศึกษากลุ่มที่ใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณมีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

ผลการวิจัยนี้ก่อให้เกิดประโยชน์ในประเด็นต่าง ๆ คือ

1. ได้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งเป็นโปรแกรมที่เน้นกระบวนการการคิดขั้นสูง และการเชื่อมโยงของกระบวนการทางสมองเป็นโปรแกรมที่มีคุณภาพเหมาะสมที่สามารถเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนอาชีวศึกษา ดังนั้น จึงเป็นประโยชน์ต่อสถาบันการศึกษา ผู้บริหาร ครูและอาจารย์ในการนำโปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ ไปพัฒนาหลักสูตรที่ส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักเรียนอาชีวศึกษาในสถาบันของตนเอง

2. สามารถช่วยส่งเสริมให้นักเรียนระดับอาชีวศึกษาที่ใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณมีทักษะด้านมิติสัมพันธ์ดีขึ้นพร้อมที่จะนำไปต่อยอดการเรียนรู้ทักษะทางช่าง ร่วมกับการนำทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณไปประยุกต์ในการทำงานให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

**กรอบแนวคิดการวิจัย:**

**โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมี  
วิจารณญาณ**

**ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (critical thinking)**

- กิจกรรมโปเกม่อนโก

**ด้านการคิดสร้างสรรค์ (creative thinking)**

- กิจกรรมโมเดลหลอดและกิจกรรม  
ใช้ชิ้นช่างที่ไม่ถนัด

**ด้านการตัดสินใจ (decision making)**

- กิจกรรมตัดสินใจทำความดี

**ด้านการแก้ปัญหา (problem solving)**

- กิจกรรมแก้ปัญหาเกี่ยวกับลูก และกิจกรรมแก้ปัญหาเส้นทาง

**ด้านการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ (effective communication)**

- กิจกรรมสุนทรียศาสตร์ และกิจกรรมพบปะระดับ

**ผู้ผลิ**

**สมองส่วน  
parietal lobe**

ตำแหน่ง (position)  
ทิศทาง (orientation)  
ระยะ (distance)  
ความลึก (depth)  
มิติสัมพันธ์  
(spatial relations)

**เกิดการรับรู้ทางมิติสัมพันธ์  
(spatial perception)**

ระดับการรับรู้จาก  
ประสาทสัมผัส  
(perceptual level)

ระดับการรับรู้จากการคิดเป็นภาพ  
(level of thinking or  
representation)

**+**

**เชื่อมโยงด้วยการลง  
มือปฏิบัติ**

**เกิดความเข้าใจ**

สมองส่วน  
prefrontal cortex

**สามารถอธิบายด้านมิติสัมพันธ์**

**การถ่ายภาพ**

สัญญาณประสาท  
สมองจะนำการลง  
มือปฏิบัติที่สมอง  
ส่วน  
(occipital lobe)

**กระตุ้นซ้ำ ด้วยการเรียนรู้**

synaptic plasticity  
- temporal lobe  
- parietal lobe  
- occipital lobe

**automatic brain rewiring**

**เพิ่มประสิทธิภาพของสมองส่วน parietal lobe ทนนานขึ้น**

**ความจำทำงาน (working memory)**

ความจำด้านภาษา  
phonological loop

central  
executive

ความจำด้านมิติสัมพันธ์  
visuospatial sketch pad

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย เรื่องการพัฒนาศักยภาพของนิสิตใหม่ในสถาบันอุดมศึกษา โดยผู้วิจัย

## ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษานี้ เป็นนักเรียน อาชีวศึกษา แผนกช่างยนต์ สาขาวิชาช่างอุตสาหกรรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ของวิทยาลัยเทคโนโลยีภาคตะวันออก (อี.เทค) ทั้งเพศชายและเพศหญิง จำนวน 5 ห้องเรียน จำนวนห้องเรียนละ 45 คน รวมทั้งสิ้น จำนวน 225 คน

2. โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจากแนวคิดของ องค์การอนามัยโลก (WHO, 1997) ที่ประกอบด้วย 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการคิดสร้างสรรค์ 2) ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 3) ด้านการตัดสินใจ 4) ด้านการแก้ปัญหา และ 5) ด้านการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ

3. ตัวแปรที่ศึกษา ประกอบด้วย

3.1 ตัวแปรต้น ประกอบด้วย 1 ตัวแปร ได้แก่ วิธีการเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ โดยแบ่งเป็น 2 แบบ คือ

3.1.1 วิธีใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ

3.1.2 วิธีไม่ใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ

3.2 ตัวแปรตาม ประกอบด้วย 1 ตัวแปร ได้แก่ ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียน อาชีวศึกษา (คะแนน)

## วิธีดำเนินการศึกษา:

การวิจัยนี้ ใช้ระเบียบวิธีวิจัยกึ่งทดลอง (quasi experimental research) ใช้แบบแผนการทดลองแบบ pretest and posttest control group design<sup>11</sup> โดยผู้วิจัยนำเสนอวิธีดำเนินการวิจัย แบ่งออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้

**ระยะที่ 1 การพัฒนาโปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ** ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ สังเคราะห์เนื้อหาเกี่ยวกับแนวคิดทฤษฎี จากเอกสารและงานวิจัยและแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณขององค์การอนามัยโลก<sup>6</sup> โดยโปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณและคู่มือที่ใช้ในการวิจัยนี้ เกี่ยวกับทักษะชีวิตด้านทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการคิดสร้างสรรค์ (creative thinking) 2) ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (critical thinking) 3) ด้านการตัดสินใจ (decision making) 4) ด้านการแก้ปัญหา (problem solving) และ 5) ด้านการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ (effective communication) ร่วมกับการใช้แนวคิดและทฤษฎีต่าง ๆ ในการออกแบบกิจกรรมได้แก่

- ด้านการคิดสร้างสรรค์ (creative thinking) ใช้ทฤษฎีของ Guilford JP.<sup>12</sup> Samsudin KA, Ismail A.<sup>13</sup> และ Legon W. et al.<sup>14</sup> ชุดกิจกรรมด้านการคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนั้น แบ่งออกเป็น 2 แผนกิจกรรม ได้แก่ แผนกิจกรรมที่ 1 โมเดลหลอด และแผนกิจกรรมที่ 2 กิจกรรมใช้มือข้างที่ไม่ถนัด

- ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (critical thinking) ผู้วิจัยได้พัฒนาชุดกิจกรรมจากแนวคิดของ Lewis A, Smith D.<sup>15</sup> และสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานโดยการใช้ข่าว เรื่องราว และเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น เพื่อให้นักเรียนอาชีวศึกษาเกิดความสนใจและใส่ใจ และให้นักเรียนแต่ละคนศึกษาข้อเท็จจริง หลักฐาน และข้อมูลต่าง ๆ เพื่อประกอบการตัดสินใจ แล้วนำมาพิจารณาวิเคราะห์อย่างสมเหตุสมผล แล้วนำมาแลกเปลี่ยนในกลุ่ม โดยใช้กระบวนการคิดแบบบูรณาการสะท้อนกลับ

- ด้านการตัดสินใจ (decision making) ผู้วิจัยได้พัฒนาชุดกิจกรรมจากการใช้ทฤษฎีของ Bartels DM. et al.<sup>16</sup> โดยใช้หัวข้อใบงาน “ตัดสินใจทำความดี” ให้นักเรียนอาชีวศึกษาเสนอความคิดเห็น โดยนักเรียนเสนอเกี่ยวกับการออกแบบปรับปรุงห้องเรียน ดังนั้น

จึงให้นักเรียนอาชีวศึกษาแต่ละคนออกแบบ และวาดผังการออกแบบห้องเรียน โดยเน้นการตัดสินใจที่ดี (good decision)

- ด้านการแก้ปัญหา (problem solving) ผู้วิจัยพัฒนาแผนกิจกรรมโดยใช้ทฤษฎีของ Batchelder WH, Alexander GE.<sup>17</sup> เรื่อง การแก้ปัญหาแก้จุดและเส้นทาง เป็นการฝึกให้นักเรียนอาชีวศึกษาได้คิดนอกกรอบ

- ด้านการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ (effective communication) ใช้แนวคิดของ มนต์ชัย พินิจจิตรสมุทร<sup>18</sup> ในการพัฒนาแผนกิจกรรมประกอบด้วย 2 ชุดกิจกรรม ได้แก่ แผนกิจกรรมที่ 1 สุนทรีย-สนทนา และแผนกิจกรรมที่ 2 พรายกระซิบ ทั้งสองแผนกิจกรรมเป็นแผนกิจกรรมที่ฝึกให้นักศึกษาอาชีวศึกษาเรียนรู้เกี่ยวกับการสื่อสารทางเดียว (one-way communication) และการสื่อสารสองทาง (two-way communication)

2. การตรวจสอบคุณภาพโปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณและคู่มือ โดยมีขั้นตอน ดังนี้

2.1 ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ

2.2 ให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและการจัดการการเรียนรู้ ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและสถิติทางวิทยาการปัญญา และผู้เชี่ยวชาญด้านจิตวิทยาคลินิกและวิทยาการทางปัญญา ประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณและคู่มือ และตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) ด้วยดัชนีความตรงตามเนื้อหา (Content Validity Index: CVI) ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 คน ประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณและคู่มือ ได้ตรวจสอบในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1) ด้านการดำเนินการตามขั้นตอนของโปรแกรม ประกอบด้วย การกำหนดวัตถุประสงค์แต่ละชุดกิจกรรม การกำหนดขั้นตอนและเนื้อหาการดำเนินชุดกิจกรรม การกำหนดระยะเวลาในการ

ทำชุดกิจกรรม และการประเมินอุปกรณ์ของแต่ละชุดกิจกรรม ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ ความเหมาะสมของโปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ เท่ากับ 4.91 อธิบายได้ว่า โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณมีความเหมาะสมในด้านการดำเนินการตามขั้นตอนของโปรแกรมในระดับเหมาะสมมากที่สุด

2) ด้านเนื้อหา ประกอบด้วย เนื้อหาในแต่ละชุดกิจกรรมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์รายละเอียดเนื้อหาของแต่ละชุดกิจกรรมมีความชัดเจน เนื้อหาของแต่ละชุดกิจกรรมเหมาะสมกับกลุ่มผู้เรียน และกระบวนการการเรียนรู้มีขั้นตอนที่เหมาะสม ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นความเหมาะสมของโปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ เท่ากับ 4.83 อธิบายได้ว่า โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณมีความเหมาะสมในด้านเนื้อหาในระดับเหมาะสมมากที่สุด

3) ด้านการประเมินผล ประกอบด้วย การประเมินผลของแต่ละชุดกิจกรรมมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และการประเมินผลของแต่ละชุดกิจกรรมมีความสอดคล้องกับกระบวนการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นความเหมาะสมของโปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ เท่ากับ 4.67 อธิบายได้ว่า โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณมีความเหมาะสมในด้านการประเมินผลในระดับเหมาะสมมากที่สุด

4) ด้านภาพรวมของโปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ ค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดเห็นความเหมาะสมของโปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ เท่ากับ

4.89 อธิบายได้ว่า โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณ์มีความเหมาะสมในด้านภาพรวมของโปรแกรมในระดับเหมาะสมมากที่สุด

ผลการพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาของโปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณ์ทุกกิจกรรมมีค่าความสอดคล้องที่ระดับ 3 หรือ 4 มีค่าเท่ากับ 1.00 ซึ่งมากกว่า 0.80 แปลความได้ว่าโปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณ์ผ่านเกณฑ์<sup>19</sup>

## ระยะที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือสำหรับวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือสำหรับวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ผู้วิจัยดำเนินการเป็นขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาวิเคราะห์รายละเอียดแนวคิด ทฤษฎี และเนื้อหาของแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (spatial ability) ศึกษาเอกสาร แนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของ<sup>20</sup>

2. การแปลภาษา (translation) ของแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (spatial ability) โดยใช้เทคนิค back translation ผู้วิจัยนำแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ที่ผ่านการแปลและผลการอภิปราย ตลอดจนความเห็นเพิ่มเติมของผู้เชี่ยวชาญด้านภาษามาสังเคราะห์เป็นแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ต้นฉบับ (draft) แล้วนำมาปรับปรุงเพื่อให้แบบทดสอบเหมาะสมเพียงพอต่อการนำไปหาคุณภาพของแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

3. ตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) นำแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ฉบับภาษาไทย (Thai version) ไปตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาด้วยการหาค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity Index: CVI) โดยการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือดำเนินการตาม

ขั้นตอนนี้

3.1 การคำนวณหาดัชนีความตรงเชิงเนื้อหารายข้อ (Item-Level Content Validity Index: I-CVI) และผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและการจัดการการเรียนรู้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและสถิติทางวิทยาการปัญญา ผู้เชี่ยวชาญด้านจิตวิทยาคลินิกและวิทยาการทางปัญญา ที่พิจารณาประเมินความสอดคล้อง

แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้แก่

**ตอนที่ 1** ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เชิงทิศทาง (spatial orientation) จำนวนข้อคำถาม 10 ข้อ โดยในแต่ละข้อจะมี รูปต้นแบบ 1 รูป และรูปคำถาม 8 รูป ให้นักเรียนพิจารณาว่า เมื่อหมุนรูปต้นแบบทั้งตามเข็มนาฬิกา และทวนเข็มนาฬิกา โดยไม่มีการหมุนกระดาษ รูปคำถามจะเหมือน หรือต่างจากรูปต้นแบบ โดย S (เหมือน) หรือ D (ต่าง) จากรูปต้นแบบ รูปแรก ช้ายมือ ลงบนกระดาษคำตอบ การให้คะแนน คะแนนเต็มแต่ละข้อ คือ 8 คะแนน

ผลการพิจารณาปรากฏว่า ข้อคำถามของแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ด้านมิติสัมพันธ์เชิงทิศทาง (spatial orientation) จำนวนข้อคำถามทั้ง 10 ข้อ ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน ประเมินความสอดคล้องในระดับ 3 และ 4 ดังนั้น ดัชนีความตรงเชิงเนื้อหารายข้อ I-CVI แต่ละข้อมีค่าเท่ากับ 1.00 จำนวน 10 ข้อ ซึ่งเกณฑ์ค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบทั้งฉบับ (Content Validity Index: CVI) ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 0.80 แสดงว่าข้อคำถามทุกข้อนั้นมีความตรงเชิงเนื้อหา<sup>19</sup>

**ตอนที่ 2** ความสามารถมิติสัมพันธ์ด้านการกวาดภาพ (spatial scanning) ซึ่งเป็นความสามารถในการมองภาพลูกเต๋า ในมุมมองต่างมิติและเป็นการคิดแก้ปัญหาทางออกที่เร็วที่สุด ผ่านการทดสอบคุณภาพเขาวงกต (maze) ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

1) ความสามารถในการมองภาพลูกเต๋า ในมุมมองต่างมิติ จำนวนข้อคำถาม 10 ข้อ ประกอบ

ด้วย 1-10 เป็นแบบทดสอบให้นักเรียนพิจารณาว่า เมื่อหมุนรูปต้นแบบทั้งตามเข็มนาฬิกา และทวนเข็มนาฬิกา โดยไม่มีการหมุนกระดาษ รูปคำถามจะเหมือนหรือต่างจากรูปต้นแบบ โดย S (เหมือน) หรือ D (ต่าง) จากรูปต้นแบบ รูปแรก ช้ายมือ ลงบนกระดาษคำตอบ คะแนนเต็ม 10 คะแนน ข้อละ 1 คะแนน

ผลการพิจารณา ข้อคำถามของแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ในส่วนความสามารถในการมองภาพลูกเต๋าในมุมมองต่างมิติ จำนวนข้อคำถาม 10 ข้อ ข้อที่มีค่าความสอดคล้องที่ระดับ 3 หรือ 4 และดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา รายข้อ (Item Content Validity Index: I-CVI) แต่ละข้อมีค่าเท่ากับ 1.00 จำนวน 10 ข้อ ซึ่งเกณฑ์ค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบรายข้อ (Item Content Validity Index: I-CVI) ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 0.80 แสดงว่าข้อคำถามทุกข้อนั้นมีความตรงเชิงเนื้อหา<sup>19</sup>

2) การทดสอบคุณภาพเขาวงกต (maze) โดยการหาทางออกจากให้เขาวงกตเร็วที่สุดภายใน 3 นาที ซึ่งถ้าครบ 3 นาที นักเรียนหาทางออกไม่ถึงจุดที่ 1 เท่ากับได้ 0 คะแนน ตั้งแต่จุดที่ 1 ถึงจุดที่ 2 เท่ากับได้ 1 คะแนน ตั้งแต่จุดที่ 2 ถึงจุดที่ 3 เท่ากับได้ 3 คะแนน ตั้งแต่จุดที่ 3 ถึงจุดที่ 4 เท่ากับได้ 4 คะแนน ปรากฏว่าข้อคำถามของแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ส่วนการทดสอบคุณภาพเขาวงกต (maze) จำนวน 1 ข้อ ที่มีค่าความสอดคล้องที่ระดับ 3 หรือ 4 และดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา รายข้อ I-CVI มีค่าเท่ากับ 1.00 ซึ่งเกณฑ์ค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบรายข้อ (Item Content Validity Index: I-CVI) ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 0.80 แสดงว่าข้อคำถามทุกข้อนั้นมีความตรงเชิงเนื้อหา<sup>19</sup>

สรุปผลการพิจารณาของแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ทั้ง 2 ตอน ปรากฏว่า ข้อคำถามของแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ที่มีค่าความสอดคล้องที่ระดับ 3 หรือ 4 และดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา I-CVI แต่ละข้อมีค่าเท่ากับ

1.00 จำนวน 21 ข้อ แสดงว่า ข้อคำถามทุกข้อนั้นมีความตรงเชิงเนื้อหาทั้ง 21 ข้อ

4. นำเครื่องมือที่ได้ปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปทดสอบกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายกลุ่มตัวอย่างที่วิทยาลัยเทคนิคสระแก้ว ตำบลศรีมหาโพธิ์ วันที่ 10-12 มกราคม พ.ศ.2560 จำนวน 30 คน แล้วนำแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ทั้ง 30 ชุด คำนวณค่าความเที่ยง (reliability) โดยการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ผลของการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ของแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ทั้ง 30 ชุด ได้เท่ากับ 0.89 ซึ่ง Cronbach's Alpha ควรมีค่า 0.70 ขึ้นไป<sup>21</sup>

**ระยะที่ 3 การเปรียบเทียบผลของการใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจรรย์ญาณสำหรับการเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนอาชีวศึกษา**

### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ศึกษาเป็นนักเรียนอาชีวศึกษา แผนกช่างยนต์สาขาวิชาช่างอุตสาหกรรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ของวิทยาลัยเทคโนโลยีภาคตะวันออก (อี.เทค) จังหวัดชลบุรี ที่ยินดีเข้าร่วมการทดลอง ทั้งเพศหญิงและเพศชาย ที่สมัครใจเข้าร่วมการวิจัย และมีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนด

เกณฑ์ในการพิจารณาเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าศึกษาวิจัย (inclusion criteria) มีดังนี้

- 1.1.1 เป็นผู้ที่อายุระหว่าง 15-20 ปี
- 1.1.2 เป็นผู้ที่สุขภาพดี ไม่จำกัดเพศ
- 1.1.3 สมัครใจเข้าร่วมการทดลองตามที่กำหนด

ที่กำหนด

เกณฑ์ในการคัดเลือกรายกลุ่มตัวอย่างออกจากการศึกษาวิจัย (exclusion criteria) มีดังนี้

- 1) กลุ่มทดลอง ระหว่างการทดลองไม่ประสงค์ที่จะเข้าร่วมการทดลองต่อไป หรือมีเหตุใด ๆ

ที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการทดลองต่อไปได้ เช่น ย้ายที่อยู่อาศัยไปต่างจังหวัด ย้ายที่เรียนไปเรียนที่อื่น เป็นต้น

2) กลุ่มทดลองปฏิบัติตามวิธีการทดลองไม่ตรงตามแผนที่กำหนด เช่น ปฏิบัติไม่ครบขั้นตอนในแต่ละครั้ง หรือไม่ครบจำนวนครั้งในแต่ละวัน ตามแผนที่กำหนดไว้

3) กลุ่มตัวอย่างระหว่างการทดลองเกิดมีความเจ็บป่วย หรือการเปลี่ยนแปลงด้านสุขภาพเกิดขึ้นจนทำให้ขาดคุณสมบัติตามเกณฑ์คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการวิจัยข้อ 1, 2 ทั้งนี้ได้ติดต่อประสานงานกับผู้อำนวยการ วิทยาลัยเทคโนโลยีภาคตะวันออก (อี.เทค) เพื่อขออนุญาตประชาสัมพันธ์ และรับสมัครอาสาสมัครเป็นนักศึกษาอาชีวศึกษาระดับประกาศนียบัตรชั้นปีที่ 3 ที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนดเข้าร่วมโครงการ

วิจัย จากนั้นดำเนินการทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ โดยใช้แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เกี่ยวกับการคิดและกระบวนการรับรู้เชิงมิติสัมพันธ์

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนอาชีวศึกษา แผนกช่างยนต์ สาขาวิชาช่างอุตสาหกรรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ของวิทยาลัยเทคโนโลยีภาคตะวันออก (อี.เทค) จังหวัดชลบุรี ทั้งเพศหญิงและเพศชาย การได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่างใช้การสุ่มแบบแบ่งกลุ่มแบบขั้นตอนเดียว (single stage cluster sampling) จำนวน 2 ห้องเรียน และใช้การสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) โดยการจับฉลากเลือก ห้องเรียนกลุ่มทดลองและห้องเรียนกลุ่มควบคุม

## ผลการศึกษา

### ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ลักษณะข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 1 จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

| ข้อมูลทั่วไป                | กลุ่มที่ใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมี<br>วิจารณญาณ (n= 45) |        | กลุ่มที่ไม่ใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมี<br>วิจารณญาณ (n= 45) |        | รวม (n=90) |        |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------|----------------------------------------------------------------------|--------|------------|--------|
|                             | จำนวน                                                             | ร้อยละ | จำนวน                                                                | ร้อยละ | จำนวน      | ร้อยละ |
| เพศ                         |                                                                   |        |                                                                      |        |            |        |
| ชาย                         | 22                                                                | 48.90  | 22                                                                   | 48.90  | 44         | 48.90  |
| หญิง                        | 23                                                                | 51.10  | 23                                                                   | 51.10  | 46         | 51.10  |
| อายุ                        |                                                                   |        |                                                                      |        |            |        |
| 18 ปี                       | 27                                                                | 60.00  | 3                                                                    | 6.70   | 30         | 33.30  |
| 19 ปี                       | 16                                                                | 35.60  | 36                                                                   | 80.00  | 52         | 57.80  |
| 20 ปี                       | 2                                                                 | 4.40   | 6                                                                    | 13.30  | 8          | 8.90   |
| อายุเฉลี่ย (M)              | 18.44                                                             | -      | 19.07                                                                | -      | 18.76      | -      |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) | 0.59                                                              | -      | 0.45                                                                 | -      | 0.61       | -      |

จากตารางที่ 1 ปรากฏว่า กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด มีจำนวน 90 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 46 คน คิดเป็นร้อยละ 51.10 และเป็นเพศชาย จำนวน 44 คน คิดเป็นร้อยละ 48.90 โดยเป็นกลุ่มที่ใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ มีจำนวน 45 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 51.10 และเพศชาย จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 48.90 กลุ่มที่ไม่ใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ จำนวน 45 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 51.10 เพศชาย จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 48.90

กลุ่มตัวอย่างมีอายุเฉลี่ย 18.44 ( $n=90$ ,  $S.D.=0.57$ ) ส่วนใหญ่มีอายุ 19 ปี จำนวน 52 คน คิดเป็นร้อยละ 57.70 รองลงมา คือ อายุ 18 ปี จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 33.30 และอายุ 20 ปี จำนวน 8 คน คิดเป็น ร้อยละ 8.80 ตามลำดับ โดยเป็นกลุ่มที่ใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณส่วนใหญ่มีอายุ 18 ปี จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 60 รองลงมาอายุ 19 ปี จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 35.60 และอายุ 20 ปี จำนวน 2 คน

คิดเป็นร้อยละ 4.40 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มที่ไม่ใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ ส่วนใหญ่อายุ 19 ปี จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 80 รองลงมาอายุ 20 ปี จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 13.30 และอายุ 18 ปี จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 6.70 ตามลำดับ

## ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลการใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณสำหรับการเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ของนักเรียนอาชีวศึกษา

1. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ภายในกลุ่มที่ใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ ก่อนและหลังใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ภายในกลุ่มที่ใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนอาชีวศึกษาโดยใช้สถิติทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ไม่อิสระต่อกัน (independent t-test) ตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** ผลค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ภายในกลุ่มที่ใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณก่อนและหลังได้รับโปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ

| ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ |    |    |       |      |        |      |      |
|----------------------------|----|----|-------|------|--------|------|------|
|                            | n  | df | M     | S.D. | t      | p    | ES   |
| ก่อนใช้โปรแกรม             | 45 | 44 | 72.73 | 7.71 | 10.62* | 0.00 | 0.51 |
| หลังใช้โปรแกรม             | 45 |    | 83.36 | 9.96 |        |      |      |

\* $p<0.05$

จากตารางที่ 2 ปรากฏว่า นักเรียนอาชีวศึกษา แผนกช่างยนต์ สาขาวิชาช่างอุตสาหกรรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ของวิทยาลัยเทคโนโลยีภาคตะวันออก (อี.เทค) ก่อนใช้โปรแกรมการฝึกทักษะ

ทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ มีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ เท่ากับ 72.73 และหลังใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ มีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ เท่ากับ 9.96 ขนาดอิทธิพล (ES) เท่ากับ

0.51 ซึ่งอธิบายได้ว่าโปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญามีวิจรรย์ญาณ มีผลให้ในระดับปานกลางในการเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ทำให้คะแนนเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนอาชีวศึกษาหลังใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญามีวิจรรย์ญาณสูงกว่าก่อนใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญามีวิจรรย์ญาณโดยพิจารณาที่ค่า  $t$  เท่ากับ 10.62 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้อง

กับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1

2. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ระหว่างกลุ่มที่ใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญามีวิจรรย์ญาณ

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ระหว่างกลุ่มที่ใช้ และไม่ใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญามีวิจรรย์ญาณของนักเรียนอาชีวศึกษา ตามตารางที่ 3

**ตารางที่ 3** ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ระหว่างกลุ่มที่ใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญามีวิจรรย์ญาณ (ก่อนใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญามีวิจรรย์ญาณ)

|                       | ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ |    |       |       |       |      |      |
|-----------------------|----------------------------|----|-------|-------|-------|------|------|
|                       | n                          | df | M     | S.D.  | t     | p    | ES   |
| กลุ่มที่ใช้โปรแกรม    | 45                         | 88 | 72.73 | 9.96  | 0.43* | 0.64 | 0.04 |
| กลุ่มที่ไม่ใช้โปรแกรม | 45                         |    | 71.82 | 10.30 |       |      |      |

\* $p < 0.05$

จากตารางที่ 3 ปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญามีวิจรรย์ญาณ ของกลุ่มที่ใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญามีวิจรรย์ญาณ เท่ากับ 72.73 และกลุ่มที่ไม่ใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญามีวิจรรย์ญาณเท่ากับ 71.82

ขนาดอิทธิพล (ES) เท่ากับ 0.04 อยู่ในระดับน้อย ซึ่งอธิบายได้ว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันโดยพิจารณาที่ค่า  $t$  เท่ากับ 0.43 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

**ตารางที่ 4** ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มที่ใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญามีวิจรรย์ญาณ (หลังใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญามีวิจรรย์ญาณ)

|                       | ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ |    |       |       |       |      |      |
|-----------------------|----------------------------|----|-------|-------|-------|------|------|
|                       | n                          | df | M     | S.D.  | t     | p    | ES   |
| กลุ่มที่ใช้โปรแกรม    | 45                         | 88 | 83.36 | 7.72  | 5.98* | 0.01 | 0.53 |
| กลุ่มที่ไม่ใช้โปรแกรม | 45                         |    | 71.96 | 10.19 |       |      |      |

\* $p < 0.05$

จากตารางที่ 4 ปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ หลังใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ ของกลุ่มที่ใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ เท่ากับ 83.36 และกลุ่มที่ไม่ใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ เท่ากับ 71.96 ขนาดอิทธิพล (ES) เท่ากับ 0.53 ซึ่งอธิบายได้ว่า โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ สามารถเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ได้ในระดับปานกลาง โดยคะแนนเฉลี่ยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนอาชีวศึกษาหลังการทดลองของกลุ่มที่ใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณมีคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณโดยพิจารณาที่ค่า เท่ากับ 5.98 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 2

## สรุป

จากผลการเปรียบเทียบผลของโปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณสำหรับการเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนอาชีวศึกษา ปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนอาชีวศึกษาภายในกลุ่มที่ใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณหลังใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ มีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงกว่าก่อนใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ โดยพิจารณาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มที่ใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ กลุ่มที่ใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ มีค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูง

กว่ากลุ่มที่ไม่ใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ดังนั้น โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณที่พัฒนาขึ้น จึงเป็นโปรแกรมทางปัญญาขั้นสูงที่อยู่บนพื้นฐานของการใช้หลักการและเหตุผล ครอบคลุมในทุกมิติของกระบวนการคิด เป็นทักษะที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ และการเพิ่มความสามารถในด้านมิติสัมพันธ์ซึ่งเป็นโปรแกรมที่เป็นการเชื่อมโยงของความรู้ ทักษะเจตคติ การแก้ปัญหาในทุกมิติ ทำให้เกิดพฤติกรรมไปในทางบวก ซึ่งกระบวนการเหล่านี้จะทำให้นักเรียนอาชีวศึกษารู้จักเข้าใจตนเองและเข้าใจผู้อื่น และมีทักษะในการที่จะจัดการปัญหารอบ ๆ ตัวในปัจจุบัน และเตรียมปรับตัวในอนาคตได้อย่างเหมาะสม สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ การดำเนินชีวิต และการประกอบอาชีพ ช่างยนต์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. สถาบันการศึกษาสามารถนำโปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณเพื่อเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ เข้าไปในหลักสูตรโดยสามารถประยุกต์ใช้กับนักเรียน และนักศึกษาอาชีวศึกษาในกลุ่มอื่น ๆ เนื่องจากความสามารถด้านมิติสัมพันธ์นั้นมีความจำเป็นในชีวิตประจำวัน และการนำไปพัฒนาทักษะในการประกอบอาชีพต่าง ๆ ของนักเรียน นักศึกษาอาชีวศึกษา

2. ผู้บริหารสถานศึกษาสามารถนำโปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณญาณ มาใช้ประกอบการสร้างกิจกรรมเพื่อเพิ่มทักษะการคิด และกระบวนการทางปัญญาให้กับนักเรียน นักศึกษาอาชีวศึกษา

### ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป

1. ควรพัฒนารูปแบบโปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณ์ญาณโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์
2. ควรมีการเปรียบเทียบผลของโปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณ์ญาณในแต่ละด้านสำหรับการเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

### กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยประเภทบัณฑิตศึกษาจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2559 ผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยแห่งชาติที่เล็งเห็นความสำคัญของการพัฒนางานวิจัยและสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยเรื่อง การเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนอาชีวศึกษาโดยใช้โปรแกรมการฝึกทักษะทางปัญญาอย่างมีวิจารณ์ญาณ

บทความทางวิชาการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลือจาก ดร.กนก พานทอง และ ผศ.ดร.ภัทราวดี มากมี อาจารย์ที่ปรึกษาและที่ปรึกษาร่วมในการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคสระแก้ว และวิทยาลัยเทคโนโลยีภาคตะวันออก ที่กรุณาอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูล และนักวิชาการทุกท่านที่อ้างอิงในบทความวิชาการนี้

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่เปิดโอกาสให้ได้รับการศึกษา ตลอดจนช่วยให้กำลังใจเสมอมา

### เอกสารอ้างอิง

1. สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม. แผนยุทธศาสตร์ของสำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (สสว.) งบประมาณ พ.ศ. 2557-2559. กรุงเทพฯ: สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม; 2557.
2. สำนักงานสถิติแห่งชาติ. สำนวนความต้องการแรงงานของสถานประกอบการ พ.ศ. 2556. กรุงเทพฯ: สำนักสถิติพยากรณ์; 2557.
3. Allam YS. Enhancing spatial visualization skills in first-year engineering students (Doctoral dissertation, The Ohio State University); 2009.
4. Baddeley AD. Is working memory still working?. European Psychologist. 2002; 7(2): 85.
5. Uttal DH, O'Doherty K, Newland R, Hand LL, DeLoache J. Dual representation and the linking of concrete and symbolic representations. Child Development Perspectives. 2009; 3(3): 156-9.
6. World Health Organization. Life skills education in schools (revised edition). Geneva: World Health Organization-Program on Mental Health. 1997; 1-7.
7. สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 เล่มที่ 1 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม 3-4. กรุงเทพฯ: สำนักสถิติพยากรณ์; 2556.
8. King FJ, Goodson L, Rohani F. Higher order thinking skills. Retrieved January 31, 2011.
9. Jacobs EE, Masson RL, Harvill RL, Schimmel CJ. Group counseling: Strategies and skills. Cengage Learning. Brooks/Cole: Belmont; 2011.

10. Dodick J, Orion N. Cognitive factors affecting student understanding of geologic time. *Journal of Research in Science Teaching*. 2003; 40(4): 415-42.
11. Edmonds WA, Kennedy TD. An applied reference guide to research designs: Quantitative, qualitative, and mixed methods. London: SAGE Publications; 2017.
12. Guilford JP. *The Nature of Human Intelligence*. New York: McGraw-Hill; 1967.
13. Samsudin KA, Ismail A. The improvement of mental rotation through computer based multimedia tutor. *Malaysian Online Journal of Instructional Technology (MOJIT)*. 2004; 1(2): 24-34.
14. Legon W, Dionne JK, Meehan SK, Staines WR. Non-dominant hand movement facilitates the frontal N30 somatosensory evoked potential. *BMC Neuroscience*. 2010; 11(1): 112.
15. Lewis A, Smith D. Defining higher order thinking. *Theory into Practice*. 1993; 32 (3): 131-7.
16. Bartels DM, Bauman CW, Cushman F, Pizarro DA, McGraw AP. Moral judgment and decision making. In G. Keren & G. Wu (Eds.) *The Wiley Blackwell Handbook of Judgment and Decision Making*. Chichester, UK: Wiley; 2014.
17. Batchelder WH, Alexander GE. Insight problem solving: A critical examination of the possibility of formal theory. *The Journal of Problem Solving*. 2012; 5(1): 6.
18. มนต์ชัย พิณจิตรสมุทร. Dialogue สุนทรีสนทนา: ศาสตร์แห่งการสร้างสรรค์สติปัญญาร่วมกันของมนุษย์. กรุงเทพฯ: โมโนริม คอนซัลติ้ง; 2552.
19. Strickland OL, Lenz ER, Waltz C. Instrumentation and data collection. In *Measurement in nursing and health research* (4th ed.). New York: Springer Publishing; 2010.
20. Ekstrom RB, French JW, Harman HH, Dermen D. *Manual for kit of factor-referenced cognitive tests*. Princeton, NJ: Educational testing service; 1976.
21. Pallrand GJ, Seeber F. Spatial ability and achievement in introductory physics. *Journal of Research in Science Teaching*. 1984; 21(5): 507-16.