

การพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการ
การสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์สำหรับนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

ปณภพ ปรมาศิกุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาหลักสูตรและการสอน วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

พ.ศ. 2562

**The Development of Learning and Innovation Skill by Using Integration
Stem Education Learning Management Robotics Technology Model in
Principle for Upper Elementary School Students**

Punnapob Paramatikul

A Thesis Submitted in Partail Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Education

Department of Curriculum and Instruction

College of Education Science, Dhurakij Pundit University

2019

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย
ชื่อผู้เขียน	ปุนภพ ปรมาริกุล
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร.ธันยากร ช่วยทุกข์เพื่อน
สาขาวิชา	หลักสูตรและการสอน
ปีการศึกษา	2561

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย 1) เพื่อเปรียบเทียบความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ 2) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ใน 3 ด้าน คือ ทักษะความคิดสร้างสรรค์และการออกแบบชิ้นงาน ทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการทำงานเป็นทีมก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนเมืองชุมพรบ้านเขาถล่ม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชุมพรเขต 1 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 38 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ แบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ แบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ แบบประเมินการออกแบบชิ้นงาน แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา แบบประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา แบบวัดทักษะการทำงานเป็นทีม และแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ แบบแผนการทดลองเป็นแบบกลุ่มเดียววัดสองครั้ง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยพบว่า

1. ความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยพิจารณา 3 ด้าน คือ

2.1 ทักษะความคิดสร้างสรรค์และการออกแบบชิ้นงาน หลังการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.2 ทักษะการแก้ปัญหาหลังการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.3 ทักษะการทำงานเป็นทีมหลังการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ อยู่ในระดับมาก และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01



Thesis Title	The Development of Learning and Innovation Skill by Using Integration Stem Education Learning Management Robotics Technology Model in Principle for Upper Elementary School Students
Author	Punnapob Paramatikul
Thesis Advisor	Dr. Thunyakorn Chuaytukpuan
Department	Curriculum and Instruction
Academic Year	2018

ABSTRACT

The purposes of this research were: 1) to compare the knowledge and comprehension between pre and post by using integrated STEM Education Learn Management Robotics technology model; 2) to compare learning and innovation skills in three topics; creative thinking and product creating skills problem solving skills, and teamwork skills between pre and post by using integrated STEM Education Learn Management Robotics technology model; and 3) to study the student satisfaction to towards by using integrated STEM Education Learn Management Robotics technology model. The sampling group of this study consisted a class of 38 students studying in the second semester in academic year 2018 of 5th grade students of Mueang Chumphon Bang Khaotalom School, Chumphon by Cluster Random Sampling. The research instruments consisted by using integrated STEM Education Learn Management Robotics technology model in learning plan, knowledge and comprehension test , design and product creating trend evaluation, problem solving skills test, problem solving skills trend evaluation, creative thinking test, teamwork test and the student satisfaction towards in integrated STEM Education Learn Management Robotics technology model. This research is one group pre-test, post-test design. The tools for data analysis were basic statistics, t-test for dependent sample, one sample t-test.

The results of found that

1. The knowledge and comprehension result of the student after learning by STEM education Learn Management Robotics Technology was undertaken were higher at the statistical significance at .01 level.

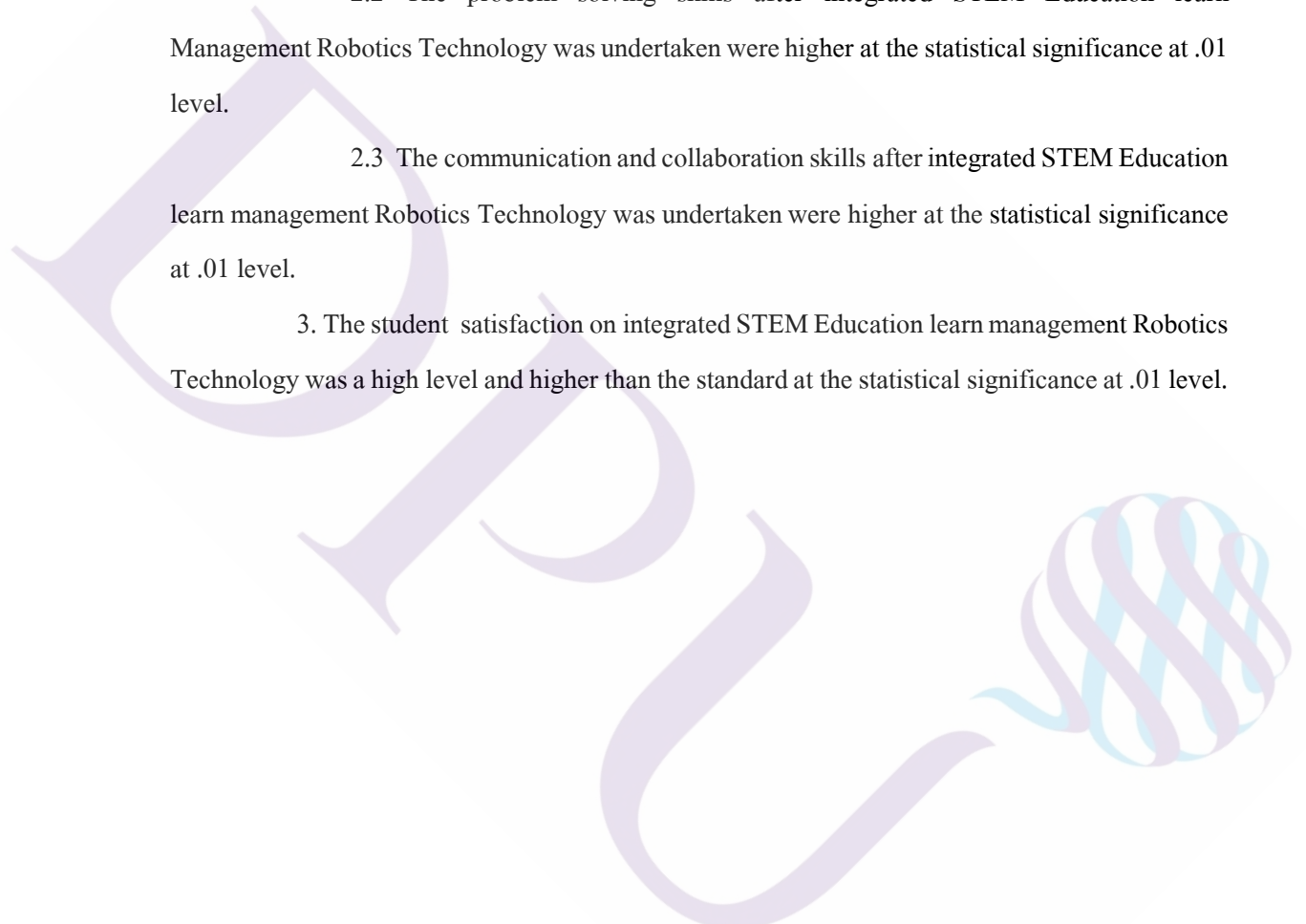
2. The learning and product creating skills result of the student after integrated STEM education Learn Management Robotics Technology was undertaken were higher at the statistical significance at .01 level by consider three topics;

2.1 The creative Thinking and product creating skills after integrated STEM Education learn management Robotics Technology was undertaken were higher at the statistical significance at .01 level.

2.2 The problem solving skills after integrated STEM Education learn Management Robotics Technology was undertaken were higher at the statistical significance at .01 level.

2.3 The communication and collaboration skills after integrated STEM Education learn management Robotics Technology was undertaken were higher at the statistical significance at .01 level.

3. The student satisfaction on integrated STEM Education learn management Robotics Technology was a high level and higher than the standard at the statistical significance at .01 level.



กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนร่วมต่อความสำเร็จของวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมโดยการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ดังนี้

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.ธัญยากร ช่วยทุกข์เพื่อน สำหรับการทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จสมบูรณ์ อาจารย์มีความทุ่มเทกับงานของผู้วิจัยทั้งการ เสียสละเวลาของอาจารย์ในการตรวจงานวิจัย ให้คำปรึกษา คำแนะนำตลอดการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณประธานกรรมการสอบ ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร. ไพฑูรย์ ลินลารัตน์และคณะกรรมการสอบร่วม อาจารย์ ดร.พงษ์ภิญโญ แม้น โภสกล และรองศาสตราจารย์ ดร.ณสรศักดิ์ ผลโภค สำหรับความอนุเคราะห์ในการสอบวิทยานิพนธ์ของผู้วิจัยและการให้คำแนะนำ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญล้อม ค้วงวิเศษ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย พะวงษ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิงหา ประสิทธิ์พงศ์ อาจารย์ ดร.สุนิษา สาลีพวง และ อาจารย์ ดร.สกาวัฒน์ จรุงนันทกาล สำหรับความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบเครื่องมือ ทำวิทยานิพนธ์ของผู้วิจัยฉบับนี้

สุดท้ายนี้ขอกราบของพระคุณครอบครัวของผู้วิจัย สำหรับการสนับสนุนทุนทรัพย์และ คอยเป็นกำลังใจให้แก่ผู้วิจัยในทุกช่วงเวลา เป็นแรงผลักดันให้ผู้วิจัยสำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโท หลักสูตรและการสอน วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตในครั้งนี้

ปุนภพ ปรมาศิกุล

สารบัญ

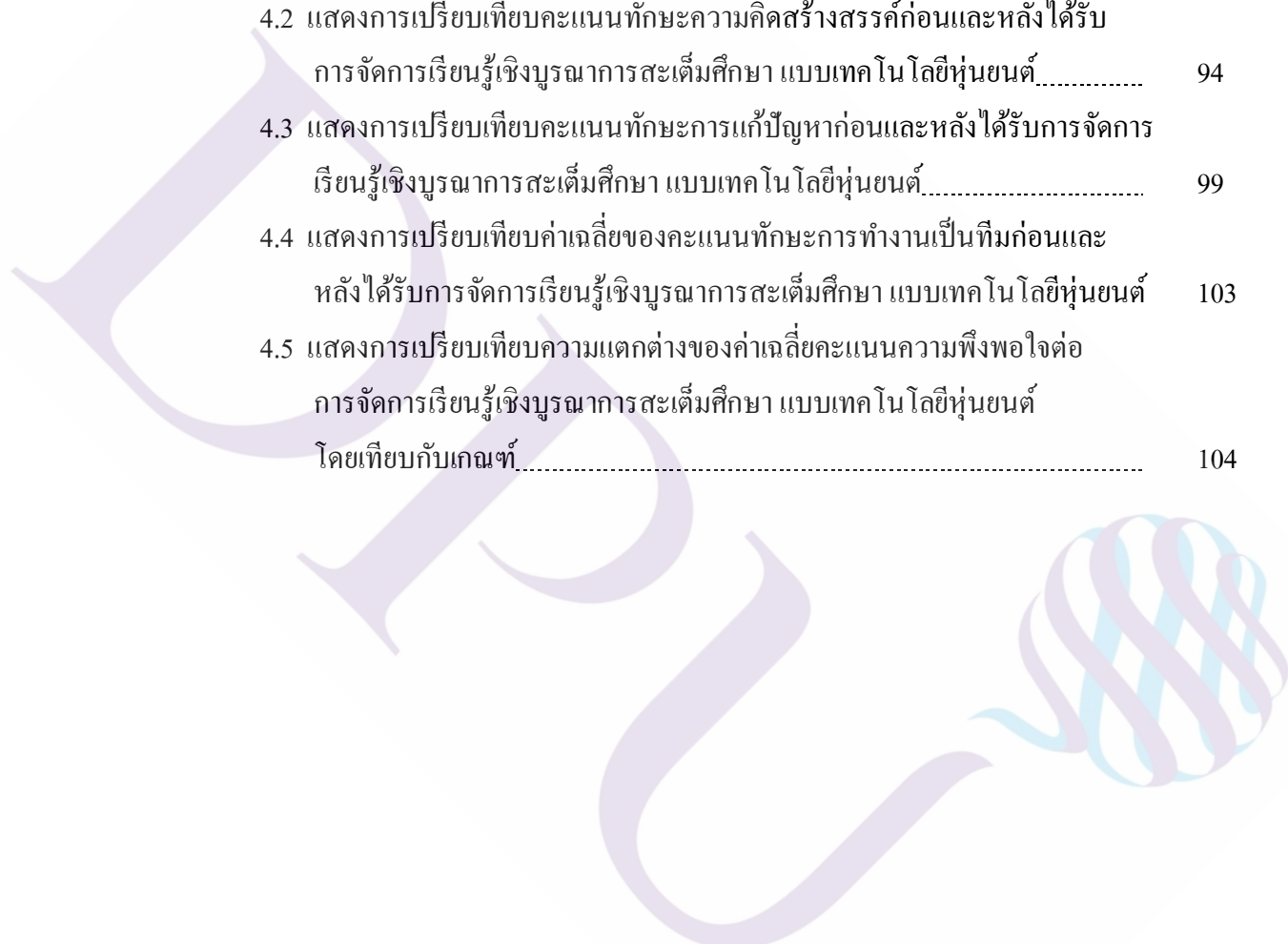
	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	๗
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	๖
กิตติกรรมประกาศ.....	๗
สารบัญตาราง.....	๘
สารบัญภาพ.....	๘
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
1.3 สมมติฐานการวิจัย.....	4
1.4 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	5
1.5 ขอบเขตการวิจัย.....	6
1.6 นิยามศัพท์.....	7
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	9
2. แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
2.1 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา.....	11
2.2 ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม.....	27
2.3 ความพึงพอใจ.....	69
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	72
3. ระเบียบวิธีวิจัย.....	77
3.1 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง.....	77
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	77
3.3 การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	79
3.4 รูปแบบการวิจัย.....	86
3.5 การดำเนินการวิจัย.....	87
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	88
3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	88

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	92
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	92
4.2 ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบ เทคโนโลยีหุ่นยนต์.....	93
4.3 ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยี หุ่นยนต์.....	93
4.4 ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์.....	103
5. สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ.....	105
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	107
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	107
5.3 ข้อค้นพบ.....	112
5.4 ข้อเสนอแนะ.....	112
บรรณานุกรม.....	114
ภาคผนวก.....	125
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือ.....	126
ภาคผนวก ข ตัวอย่างเครื่องมือ.....	131
ภาคผนวก ค ภาพกิจกรรมการเรียนรู้.....	157
ภาคผนวก ง การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	160
ประวัติผู้เขียน.....	189

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 แบบแผนการทดลอง.....	87
4.1 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์	93
4.2 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนทักษะความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังได้รับ การจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์.....	94
4.3 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการแก้ปัญหาก่อนและหลังได้รับการจัดการ เรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์.....	99
4.4 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะการทำงานเป็นทีมก่อนและ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์	103
4.5 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความพึงพอใจต่อ การจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ โดยเทียบกับเกณฑ์.....	104



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 กรอบแนวคิดของการวิจัย.....	5
4.1 ข้อที่ 1 ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้.....	95
4.2 ข้อที่ 1.1 ความคิดคล่องตัวของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้.....	95
4.3 ข้อที่ 1.2 ความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้.....	96
4.4 ข้อที่ 1.3 ความคิดริเริ่มของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้.....	96
4.5 ข้อที่ 1.4 ความคิดละเอียดลออของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้.....	97
4.6 ข้อที่ 2 ความสำเร็จของงานของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้.....	97
4.7 ข้อที่ 3 ประสิทธิภาพของงานของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้.....	98
4.8 แสดงคะแนนรวมของการออกแบบชิ้นงานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5....	98
4.9 ชั้นที่ 1 การเตรียมการของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้.....	100
4.10 ชั้นที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหาของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้.....	100
4.11 ชั้นที่ 3 การเสนอแนะแนวทางการแก้ปัญหาของนักเรียนในแต่ละแผน การจัดการเรียนรู้.....	101
4.12 ชั้นที่ 4 การตรวจสอบผลได้จากปัญหาของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้	101
4.13 ชั้นที่ 5 นำไปประยุกต์ได้ใหม่จากปัญหาของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้	102
4.14 พัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้.....	103

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

สังคมโลกในยุคปัจจุบันและอนาคตวิทยาศาสตร์จะมีบทบาทที่สำคัญ เพราะวิทยาศาสตร์นั้นเกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี อุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ ที่มนุษย์สร้างขึ้นได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลงานจากการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มาช่วยในการผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์ในทุก ๆ ด้าน วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็น เหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็น ระบบ รวมทั้งสามารถค้นหาข้อมูลหรือสารสนเทศ ประเมินสารสนเทศ ประยุกต์ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณและ ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงอย่าง สร้างสรรค์สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์ สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผลสร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (สุพรรณิ ชาญประเสริฐ, 2557)

ในยุคที่โลกมีความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว อันสืบเนื่องมาจากการใช้เทคโนโลยีเพื่อเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ ของทุกภูมิภาคของโลกเข้าด้วยกัน กระแสการปรับเปลี่ยนทางสังคมที่เกิดขึ้น การจัดการเรียนรู้เพื่อเตรียมความพร้อมให้นักเรียนมีทักษะสำหรับออกไปดำรงชีวิตในโลกศตวรรษที่ 21 ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรมจะเป็นตัวกำหนดความพร้อมของนักเรียนเข้าสู่โลกการทำงาน ใน

การดำรงชีวิตและการทำงานให้ประสบผลสำเร็จ นักเรียนจะต้องพัฒนาทักษะชีวิตที่สำคัญอันจะส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงการจัดการเรียนรู้ จึงต้องได้รับการฝึกฝนทักษะที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ เช่น ทักษะการสื่อสาร ความคิดสร้างสรรค์ ความใฝ่รู้ใฝ่เรียน ความรับผิดชอบ การปรับตัว ทักษะระหว่างบุคคล ทักษะความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม ภาวะผู้นำ สารสนเทศการเท่าทันสื่อ คอมพิวเตอร์เทคโนโลยีสารสนเทศ และการเรียนรู้ เป็นต้น เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการเป็นพลเมืองในยุคศตวรรษที่ 21 (วิจารณ์ พานิช, 2555, น.16-21)

จากการเรียนการสอนในปัจจุบันเนื้อหาวิชาต่าง ๆ มีวิธีการสอนแบบเดิม ๆ ไม่มีความหลากหลายในการถ่ายทอดความรู้ให้ผู้เรียน จึงทำให้ผู้เรียนขาดแรงจูงใจในการเรียน ในรายวิชานั้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ซึ่งกับวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะมุ่งเน้นให้สามารถนำเอาความรู้ทักษะและประสบการณ์จากการเรียนรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคต (สุพรรณิ ชาญประเสริฐ, 2557, น.3) ดังนั้น การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถสนับสนุนให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาที่กล่าวข้างต้น ผู้สอนควรจัดการเรียนสอนให้ผู้เรียนได้เรียนองค์ความรู้ต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง เพราะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้นไม่ใช่แค่การเรียนเนื้อหาเพื่อการท่องจำแต่ผู้เรียนต้องมีบทบาทสำคัญในการลงมือ เรียนรู้ ปฏิบัติจริง มีการค้นคว้าหาความรู้ อย่างมีระบบตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลากหลายสาขาวิชามาใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) สามารถตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สะเต็มศึกษา หรือ STEM Education เป็นคำย่อมาจาก วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรม (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการระหว่างสาขาวิชาให้มีความเชื่อมโยงกับชีวิตจริงในการดำรงชีวิตหรือการประกอบอาชีพเพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ในชั้นเรียนกับบริบทโลกของความเป็นจริงเกิดทักษะสำคัญเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมและการนำมาซึ่งการพัฒนาสิ่งใหม่ ๆ หรือนวัตกรรม เพื่อการพัฒนาขีดความสามารถของประเทศ (อภิสิทธิ์ ชงไชย, 2556, น.35)

ดังนั้น การเรียนการสอนที่เน้นการบูรณาการศาสตร์เนื้อหาความรู้หลายๆด้านเข้าด้วยกัน จึงเน้นให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เพื่อนำมาใช้ในชีวิตประจำวันและมีวัตถุประสงค์ของ การจัดการเรียนการสอน ดังนี้ (วรรณ รุ่งลักษณ์ศิริ, 2551, น.6)

1. เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. เพื่อให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงผ่านประสบการณ์จริงทางด้านวิศวกรรม โดยการบูรณาการเนื้อหา หลากหลายสาขาวิชาทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โมทัศน์ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ผ่านการประยุกต์ ใ้ความรู้
3. เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาจากการเรียนรู้ผ่านปัญหาที่พบเจอและต้องแก้ไข
4. เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 อันเป็นสังคมโลกด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
5. เพื่อให้ผู้เรียนได้คุ้นเคยกับอาชีพที่ต้องใช้ศักยภาพทางด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผ่านกระบวนการทางวิศวกรรม

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาผ่านกิจกรรมต่าง ๆ นั้น ผู้สอนต้องจัดหาสื่อที่มีความ น่าสนใจมาช่วยดึงดูดนักเรียนเข้าสู่กระบวนการของกิจกรรมก่อน จากนั้นนักเรียนจึงค่อย ๆ ซึมซาบ ความรู้และทักษะจากกิจกรรมอย่าง ไม่รู้ตัว จึงนำหุ่นยนต์เข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ผ่านสะเต็ม ศึกษาทำให้นักเรียนมีความรู้ ทักษะต่าง ๆ และสนุกสนานไปพร้อมกันตัวหุ่นยนต์เอง ก็เป็นนวัตกรรมที่ ได้มาจากแนวคิดการบูรณาการของสะเต็มเป็นสื่อที่จับต้อง ได้อีกอย่างหนึ่งที่ช่วยดึงดูดให้นักเรียนเกิด ความสนใจ อยากที่จะลงมือสร้างและควบคุมหุ่นยนต์ด้วยตนเอง จนนำรูปแบบการเรียนรู้ที่ให้นักเรียน ได้ความรู้ทางทฤษฎี ได้ทักษะจากการปฏิบัติไปพร้อมกัน มีความท้าทายในการผ่านอุปสรรค และสร้าง ความเพลิดเพลินสนุกสนานร่วมด้วย จึงถือว่าเป็น ได้เป็นการผสมผสานความรู้ในภาคทฤษฎีและพัฒนา ทักษะไปพร้อมกัน นอกจากนี้ การเรียนสะเต็มโดยใช้หุ่นยนต์เข้ามามีส่วนร่วมสามารถบูรณาการ ความรู้ศาสตร์ต่าง ๆ ในหลักสูตรที่มีอยู่เดิมที่ และหากมีการปรับเปลี่ยนพัฒนาหลักสูตรใหม่ ๆ รูปแบบ นี้ยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพ ด้านทักษะการแก้ปัญหของนักเรียนได้เป็นอย่างดี รวมทั้งยังช่วย ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ในการสร้างนวัตกรรมหุ่นยนต์ให้ทำงานได้ตอบสนอง ความ ต้องการและสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ในชีวิตประจำวัน ของมนุษย์ได้เช่นกัน โดยหุ่นยนต์จึงเป็นสื่อ เรียนรู้อีกชนิดหนึ่งที่จะช่วยเป็นตัวกลางใน การนำความรู้ในศาสตร์ต่าง ๆ โดยเป็นการบูรณาการ

สำหรับนักเรียนได้เป็น อย่างดี และทั้งยังสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ของนักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้งยังตอบสนองต่อการเรียนรู้แบบสะเต็มที่จะให้นักเรียน ได้ใช้ทักษะความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหา และการร่วมมือเป็นทีม เพื่อพัฒนาตนเองและสามารถสร้างนวัตกรรมใหม่ขึ้นมาในอนาคต

จากหลักการและเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียน สนุกสนาน ควบคู่กับการพัฒนาทักษะด้านความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการร่วมมือเพื่อไปปรับใช้กับชีวิตประจำวัน และนำไปสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ขึ้นมาทำให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและประเทศชาติ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ พิจารณา 3 ด้าน คือ
 - 2.1 ด้านทักษะความคิดสร้างสรรค์และการออกแบบชิ้นงาน
 - 2.2 ด้านทักษะการแก้ปัญหา
 - 2.3 ด้านทักษะการทำงานเป็นทีม
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษาแบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์มีความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษาแบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ มีทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยพิจารณา 3 ด้าน คือ

2.1 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษาแบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์มีทักษะความคิดสร้างสรรค์และการออกแบบชิ้นงานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2.2 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษาแบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์มีทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2.3 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษาแบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์มีทักษะในการทำงานเป็นทีมหลังเรียนสูงกว่าก่อน

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษาแบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอยู่ในระดับมาก

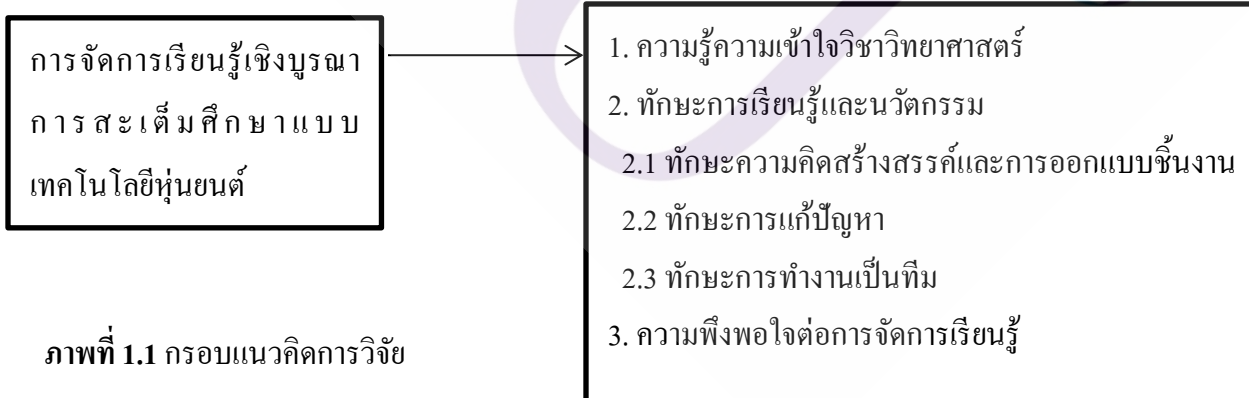
1.4 กรอบแนวคิดการวิจัย

การจัดการเรียนการสอนที่เน้นท่องจำ ทำให้นักเรียนขาดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (สถาพร พุททนิกุล, 2555, น.4) ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ทำความเข้าใจกับปัญหา วางแผนและดำเนินการ มีการประเมินผลและผู้เรียนสามารถนำเสนอแนวคิดและพัฒนาในด้านทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ สรุปเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยไว้ดังภาพที่ 1.1

ตัวแปรต้น

ตัวแปรตาม



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

1.5 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัย ไว้ดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ของโรงเรียนขนาดกลางในอำเภอเมืองชุมพร จังหวัดชุมพร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ประถมศึกษาชุมพร เขต 1 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 3 โรงเรียน จำนวน 6 ห้อง รวมนักเรียน 238 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเมืองชุมพรบ้านเขาถล่ม อำเภอเมืองชุมพร จังหวัดชุมพร สังกัดสำนักงานประถมศึกษาชุมพร เขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 38 คน

2. ตัวแปร

2.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์

2.2 ตัวแปรตาม คือ

2.2.1 ความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์

2.2.2 ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

1) ทักษะความคิดสร้างสรรค์และการออกแบบชิ้นงาน

2) ทักษะการแก้ปัญหา

3) ทักษะในการทำงานเป็นทีม

2.2.3 ความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้

3. เนื้อหา

เนื้อหาตามสาระวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนเมืองชุมพรบ้านเขาถล่ม สังกัดสำนักงานประถมศึกษาชุมพรเขต 1 ชุมพร ภาคเรียนที่ 2 เป็นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน โดยเกี่ยวข้องกับแรงในการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ เช่น แรงเสียดทาน แรงโน้มถ่วง แรงลัพธ์ และการเคลื่อนที่วิถีโค้ง

4. ระยะเวลา

ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ใช้เวลา 4 สัปดาห์ รวม 24 ชั่วโมง โดยทำการทดสอบก่อนเรียน 2 ชั่วโมงดำเนินการเรียนรู้ 20 ชั่วโมง และทดสอบหลังเรียน 2 ชั่วโมง

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

การเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ หมายถึง รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการ 4 วิชา คือ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการทางวิศวกรรม โดยจะนำเอามาบูรณาการผ่านเทคโนโลยีหุ่นยนต์ ซึ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้บูรณาการสะเต็มศึกษา มี 5 ขั้นตอน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557)

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา หมายถึง การให้นักเรียนพิจารณาปัญหาเข้าใจในปัญหาเพื่อระบุขอบเขตของปัญหาได้

ขั้นที่ 2 การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง หมายถึง ให้ผู้เรียนทำการรวบรวมข้อมูลและศึกษาเกี่ยวกับปัญหา

ขั้นที่ 3 การวางแผนและพัฒนา หมายถึงผู้เรียนกำหนดขั้นตอนในการคิดสร้างสรรค์หุ่นยนต์ที่จะสามารถออกแบบในการดำเนินงานผ่านกิจกรรม

ขั้นที่ 4 การทดสอบและประเมินผล หมายถึงผู้เรียนนำหุ่นยนต์ที่ได้จากการสร้างสรรค์มาทดสอบและปรับปรุงเพื่อให้มีประสิทธิภาพ

ขั้นที่ 5 การนำเสนอผลลัพธ์ หมายถึง ผู้เรียนนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจ และได้รับฟังข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาการต่อไป

ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม หมายถึง ทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ที่สำคัญโดยจะพิจารณาใน 3 ด้าน คือ ด้านทักษะความคิดสร้างสรรค์และการออกแบบชิ้นงาน ทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการทำงานเป็นทีม

ทักษะความคิดสร้างสรรค์และการออกแบบชิ้นงาน หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการหาคำตอบ จนนำไปสู่การออกแบบชิ้นงาน ซึ่งทักษะความคิดสร้างสรรค์สามารถวัดได้จากแบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแนวคิดของกิลฟอร์ด (Guildford,1967)ซึ่งกำหนดหัวข้อในการวัด 4 หัวข้อคือ

1) ความคิดคล่องตัว หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่วรวดเร็ว มีคำตอบได้จำนวนมากในเวลาที่มีจำกัด

2) ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถที่นักเรียนคิดหาคำตอบได้หลากหลายประเภท

3) ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถในการหาคำตอบที่แปลกใหม่ และเป็นคำตอบที่ไม่ซ้ำกับนักเรียนคนอื่น

4) ความคิดละเอียดลออ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนที่คิดรายละเอียดเป็นขั้นตอนสามารถอธิบายภาพได้อย่างชัดเจน

การออกแบบชิ้นงาน หมายถึง การสร้างของนักเรียนสร้างหุ่นยนต์ได้อย่างสมบูรณ์ สามารถวัดได้จากแบบประเมินการออกแบบชิ้นงาน ซึ่งสร้างตามแนวทางการออกแบบการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยจะประเมินการออกแบบชิ้นงาน โดยมีเกณฑ์ 3 ด้าน คือ

1) ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง นักเรียนสามารถสร้างประดิษฐ์หุ่นยนต์ที่มีความแปลกใหม่ สร้างในเวลาที่กำหนดให้ทันเวลา สามารถเปลี่ยนรูปแบบได้อย่างอิสระ และมีความแข็งแรง

2) ความสำเร็จของชิ้นงาน หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการสร้างสรรค์หุ่นยนต์ได้จนสำเร็จ

3) ประสิทธิภาพของงาน หมายถึง หุ่นยนต์ของนักเรียนมีการออกแบบวิธีการและนำมาทดสอบการหุ่นยนต์ได้อย่างเหมาะสม

ทักษะการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนที่สามารถแก้ไขสถานการณ์ต่างๆ รวมถึงการพัฒนารูปแบบโดยใช้ความรู้และทักษะขั้นพื้นฐาน ตามขั้นตอนของจอห์น ดิวอี้ (John Dewey, 1976) โดยการแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมการ หมายถึง การตั้งปัญหาว่าปัญหาเป็นอย่างไร

ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง พิจารณาสาเหตุของปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นในการเสนอแนวทางการแก้ปัญหา หมายถึง การหาวิธีแก้ปัญหให้ตรงกับสาเหตุของปัญหาและนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล หมายถึง การทดสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการคิดหรือแก้ปัญหาว่าดีและถูกต้องมีประสิทธิภาพหรือไม่

ขั้นที่ 5 ขึ้นนำไปประยุกต์ใหม่ หมายถึง การนำวิธีการแก้ปัญหาที่ได้ไปพัฒนาให้ดีขึ้นและสามารถคิดรูปแบบนวัตกรรมใหม่ๆเพิ่มขึ้น

ทักษะการทำงานเป็นทีม หมายถึง การรวมกลุ่มเพื่อทำงานกันโดยสมาชิกในกลุ่มโดยแต่ละคนแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ และช่วยกันในการพัฒนาหุ่นยนต์เพื่อตอบโจทย์กับสถานการณ์ที่ให้มา โดยพิจารณา 3 ด้านคือ

1) ด้านกระบวนการทำงาน หมายถึง ความเข้าใจในวัตถุประสงค์ของการทำงานและรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย โดยส่งทันตามเวลาที่กำหนด

2) ความเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี หมายถึง การแสดงออกถึงความเป็นผู้นำ มีพฤติกรรมที่สนับสนุนการทำงานเป็นกลุ่ม ใส่ใจในข้อเสนอแนะ และรับฟังความเห็นของสมาชิกในทีมก่อนนำเสนอความคิดของตนเอง

3) ความสัมพันธ์กับสมาชิกในทีม หมายถึง การแสดงออกถึงการมีส่วนร่วมในการทำงานอย่างเต็มที่ เต็มใจในการช่วยเหลือสมาชิก

ความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้ที่เกิดขึ้นในทางที่ดี เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ โดยจะพิจารณา 2 ด้าน คือ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ และประโยชน์ที่ได้รับ เป็นแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้น

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหารายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นและสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากการได้ปฏิบัติ
2. นักเรียนมีทักษะความคิดสร้างสรรค์และการออกแบบชิ้นงานใหม่ขึ้นมาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมเป็นอย่างดี
3. นักเรียนมีทักษะด้านการแก้ปัญหาที่ยั่งยืนและสามารถวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นได้
4. นักเรียนมีทักษะการทำงานเป็นทีม และสามารถนำไปใช้กับการทำงานในชีวิตประจำวันได้

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

2.1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

2.1.2 ทฤษฎีที่สนับสนุนกับสะเต็มศึกษา

2.1.3 แนวคิดของสะเต็มศึกษา

2.1.4 แนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา

2.1.5 วัตถุประสงค์และประเมินผลของสะเต็มศึกษา

2.1.6 ประโยชน์ของสะเต็มศึกษา

2.2 ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

2.2.1 ความหมายของทักษะและนวัตกรรม

2.2.2 องค์ประกอบทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

2.3 ความพึงพอใจ

2.3.1 ความหมายของความพึงพอใจในการเรียนรู้

2.3.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

2.3.3 แบบวัดความพึงพอใจ

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา

2.1.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) ได้ให้นิยามความหมายของสะเต็มไว้ว่า เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ในสหวิทยาการ โดยเกี่ยวข้องกับเรื่องทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยี โดยเน้นนำความรู้ที่ได้จากการเรียนไปใช้ในการเชื่อมโยงและแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน เพื่อพัฒนากระบวนการและสร้างนวัตกรรมชิ้นใหม่ขึ้นมา การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานั้นเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทางทฤษฎีหรือตามกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการเรียนรู้ที่ได้จากการสร้างความเข้าใจในกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 เพื่อให้ นักเรียนมีการพัฒนาทักษะการคิด แก้ปัญหาและหาข้อมูลเพื่อมาวิเคราะห์ข้อมูลที่ค้นพบใหม่ ๆ ลักษณะที่สำคัญของสะเต็มศึกษาประกอบด้วย 5 ประการ ได้แก่

- 1) เป็นการสอนที่เน้นบูรณาการความรู้ทักษะให้นักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้
- 2) ทำลายความคิดของนักเรียนในการแก้ปัญหาและพัฒนาชิ้นงานที่เกิดขึ้น
- 3) เป็นกิจกรรมที่เน้นพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21
- 4) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงการเรียนรู้เข้ากับสถานการณ์หรือปัญหาในชีวิตประจำวันหรือเพื่อประกอบอาชีพในอนาคต

ชีวิตประจำวันหรือเพื่อประกอบอาชีพในอนาคต

5) เปิดโอกาสในการแสดงความคิดเห็นในการจัดการเรียนรู้แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (2557) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาว่าเป็นแนวทางการจัดการศึกษาแบบบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการทางวิศวกรรม โดยเน้นความรู้ในทางแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตประจำวัน

มนตรี จุฬาวังทนท (2556) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษา ไว้ว่าคือ วิธีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์และกระบวนการทางวิศวกรรมในทุกระดับชั้น ตั้งแต่อนุบาล ประถมศึกษา มัธยมศึกษา ไปจนถึงอุดมศึกษา โดยไม่เน้นเพียงการท่องจำสูตร แต่สะเต็มศึกษาจะฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิด การตั้งคำถาม แก้ปัญหาและสร้างทักษะการหาข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ ทำให้ผู้เรียนรู้จักนำองค์ความรู้จากวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ สาขาต่าง ๆ มาบูรณาการกันเพื่อมุ่งแก้ปัญหาสำคัญ ๆ ที่พบในชีวิตจริง

ชลาธิป สมาหิต (2557) ได้ให้นิยามความหมายของสะเต็มศึกษา ไว้ว่าเป็นรูปแบบ การจัดการศึกษาที่บูรณาการกลุ่มสาระและทักษะกระบวนการของทั้ง 4 สาระอันได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และ คณิตศาสตร์ โดยนำลักษณะธรรมชาติของแต่ละวิชาและ กระบวนการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนมาผสมผสานกันเพื่อให้ผู้เรียน ได้เกิดการเรียนรู้และพัฒนาทักษะ ที่สำคัญในศตวรรษที่ 21

สุพรรณิ ชาญประเสริฐ (2557) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า เป็น แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ในช่วงเวลา ขณะเดียวกันจะมีการบูรณาการพฤติกรรมที่ต้องการหรือคาดหวังให้เกิดขึ้นกับการเรียนรู้เนื้อหาโดย พฤติกรรมเหล่านี้รวมถึงการกระตุ้นให้เกิดความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การคิดอย่างมีเหตุมีผลในเชิงตรรกะ รวมถึงทักษะของการเรียนรู้หรือการทำงานแบบร่วมมือ เพื่อใช้ใน ชีวิตประจำวัน

โอเนล (O'Neil et al., 2012) ได้กล่าวว่า สะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีเข้าด้วยกัน โดยเล็งเห็นถึงความสำคัญในการนำไป ร่วมกันในแต่ละวิชาเพื่อในการพัฒนาและออกแบบสิ่งประดิษฐ์ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

จากการศึกษาเอกสารที่กล่าวมา สรุปได้ว่าสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการทางวิศวกรรมโดยมุ่งเน้นการ ได้ปฏิบัติจริง สอดแทรกเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 และสามารถสร้าง สิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรมขึ้นมาใหม่เพื่อใช้ในในชีวิตประจำวัน

2.1.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนกับสะเต็มศึกษา

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ได้แก่

1. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนแนวคิด การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา คือ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญกับตัวผู้เรียน เชื่อว่าผู้เรียน สามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง จากการมีการสร้างปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อมอย่าง กระตือรือร้น (กมลฉัตร กล่อมอิม และคณะ, 2558, น.129-139) กรอบแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติ วิสต์ (Constructivist) ได้แก่

1) นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วย ตนเอง และนักเรียนแต่ละคนจะสร้างความรู้ด้วยวิธีการที่ แตกต่างกันรวมทั้งอาจแตกต่างกับแนวทางของผู้สอน

2) ประสบการณ์เดิมของนักเรียนเป็นพื้นฐานที่สำคัญของการสร้างความรู้ใหม่และนักเรียนแต่ละคน มีความรู้และประสบการณ์เดิมที่แตกต่างกัน

3) การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม การมีประสบการณ์ตรงและการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันของผู้เรียนมีส่วนช่วยในการสร้างความรู้ใหม่

4) ครูมีบทบาทในการจัดบริบทการเรียนรู้ตั้งคำถามที่ท้าทายความสามารถกระตุ้นสนับสนุนให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้ และให้ความช่วยเหลือนักเรียนในทุก ๆ ด้าน

2. ทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม เป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญกับตัวผู้เรียนจุดเน้นของการเรียนแบบ มีส่วนร่วม คือ การให้นักเรียนมีส่วนร่วมทางด้านจิตใจ การได้รับประสบการณ์ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง ได้รับการฝึกฝนทักษะชีวิตต่าง ๆ การแสวงหาความรู้ การคิด การจัดการความรู้ การแสดงออก การสร้างความรู้ใหม่ และการทำงาน (จิราณี เมืองจันทร์, 2557, น.3) กรอบแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม ได้แก่

1) นักเรียนแต่ละคนมีส่วนร่วมทำให้เกิดการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อมอาศัยหลักการเรียนรู้เชิงประสบการณ์และการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพได้รับประสบการณ์ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง ได้รับการฝึกฝนทักษะการแสวงหาออก ทักษะการสร้าง ความรู้ใหม่ และทักษะการทำงานกลุ่ม

2) เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ตัดสินใจเลือกบทเรียนที่ต้องการเรียนรู้ในลักษณะกลุ่มหรือศึกษาด้วยตนเอง นักเรียนจะร่วมกันจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทุกขั้นตอน ฝึกปฏิบัติการวางแผนการทำกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันและทำรายงานผลการเรียนรู้

3) นักเรียนได้รับฝึกหัดขอต่อ การเรียนรู้ของตนเอง ได้ลงมือปฏิบัติทำกิจกรรมกลุ่มฝึกฝนทักษะการเรียนรู้ทักษะการบริหาร การจัดการ การเป็นผู้นำผู้ตามและที่สำคัญเป็นการเรียนรู้ที่มีความสัมพันธ์สอดคล้องกับชีวิตจริงของนักเรียน

4) ครูมีบทบาทกระตุ้นให้นักเรียนได้เล่าประสบการณ์ของตนเอง ผู้สอนอาจใช้ใบชี้แจงกำหนดกิจกรรมของนักเรียนในการนำเสนอประสบการณ์ ในกรณีที่นักเรียนไม่มีประสบการณ์ในเรื่องที่จะสอนหรือมีน้อย ผู้สอนอาจจะยกกรณีตัวอย่างหรือสถานการณ์ก็ได้

3. ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ (Bruner) บรูเนอร์ เชื่อว่ามนุษย์เลือกจะรับรู้สิ่งที่ตนเองสนใจและการเรียนรู้เกิดจากกระบวนการค้นพบด้วยตนเอง (Discovery learning) (วารุณี หนองห้าง, 2553, น.35) กรอบแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ (Bruner) ได้แก่

1) ผู้สอนควรจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนค้นพบการเรียนรู้ ด้วยตนเองซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ดีมีความหมายต่อผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี

2) ก่อนสอนผู้สอนต้องมีการวิเคราะห์และจัดโครงสร้างเนื้อหาสาระให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ของผู้เรียน

3) ผู้สอนควรจัดความคิดรวบยอดเนื้อหาสาระ วิธีการสอนและกระบวนการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับขั้นพัฒนาการสติปัญญาของผู้เรียน ซึ่งจะช่วยให้ ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี

4) ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดอย่างอิสระให้มาก เพื่อช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน

5) ผู้สอนสร้างแรงจูงใจภายในให้แก่ผู้เรียน

6) ผู้สอนควรสอนความคิดรวบยอดให้แก่ผู้เรียน

4. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful verbal Learning) เน้นความสำคัญของการเรียนรู้ที่มีความเข้าใจและความหมาย การเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้หรือเชื่อมโยง สิ่งที่เรียนใหม่หรือข้อมูลใหม่ ซึ่งอาจจะเป็นความคิดรวบยอด หรือความรู้ที่ได้รับใหม่ ในโครงสร้างสติปัญญา กับความรู้เดิมที่อยู่ในสมองของผู้เรียนอยู่แล้ว (สุมาลี ชัยเจริญ, 2557, น.92) กรอบแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful Verbal Learning) ได้แก่

1) ผู้สอนควรมีการแนะนำทเรียนก่อนการเรียน การสอน และก่อนที่จะสอนสิ่งใดใหม่มีการสำรวจความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนเสียก่อนว่ามีพอที่จะทำความเข้าใจ เรื่องที่จะเรียนใหม่หรือไม่ ถ้ายังไม่มีต้องจัดให้ก่อนสอนเรื่องใหม่

2) ผู้สอนควรสอนโดยไม่เน้นการท่องจำแต่สอน ให้เกิดการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างความรู้ที่มีมาก่อนกับข้อมูลใหม่หรือความคิดรวบยอดใหม่ที่จะต้องเรียน

3) ผู้สอนควรใช้ Advance organizer เป็นเทคนิคที่ช่วยให้ผู้เรียน ได้เรียนอย่างมีความหมายจากการสอนหรือการบรรยายของผู้สอน

4) ผู้สอนควรช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย โดยการจัดเรียงเรียงข้อมูลข่าวสาร ที่ต้องการให้เรียนรู้ออกเป็นหมวดหมู่

5) ผู้สอนควรนำเสนอกรอบหลักการกว้างๆก่อนที่จะให้เรียนรู้ในเรื่องใหม่

จากการศึกษางานวิจัยและเอกสาร พบว่าทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ได้แก่ ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์และทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย จากทฤษฎีทั้งหมดจะเน้นผู้เรียนเป็นส่วนสำคัญ โดยให้ผู้เรียนค้นพบด้วยตัวเอง และเน้นการปฏิบัติจริงในเรื่องที่เราสนใจ

และมี การสร้างปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ไม่เน้นการท่องจำแบบในอดีตซึ่งจะทำให้ นักเรียนเกิดองค์ความรู้ที่ยั่งยืน

2.1.3 แนวคิดของสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558) ได้เสนอแนวคิดของสะเต็มศึกษาว่าเป็นกระบวนการออกแบบวิศวกรรม โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี เข้าร่วมกันทำให้พัฒนาความรู้ทักษะต่าง ๆ โดยมีองค์ประกอบ 5 ขั้นตอน ได้แก่

1. การระบุปัญหา (Identify a challenge) ขั้นตอนนี้จะเริ่มขึ้นจากการที่ผู้แก้ปัญหาตระหนักถึงสิ่งที่เกิดปัญหาในชีวิตประจำวันและต้องการสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ปัญหา ผู้แก้ปัญหามองพิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่จะเกิดขึ้นเพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาใหญ่

2. การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore ideas) การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาดังกล่าว ในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องผู้แก้ปัญหามองมีการดำเนินการดังนี้

2.1) การรวบรวมข้อมูล คือ การสืบค้นว่าเคยมีใครหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวนี้ แล้วหรือไม่ และหากมีเขาแก้ปัญหาอย่างไร และมีข้อเสนอแนะใดบ้าง

2.2) การค้นหาแนวคิด คือการค้นหาแนวคิดหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ หรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องและสามารถประยุกต์ ในการแก้ปัญหาได้ในขั้นตอนนี้ผู้แก้ปัญหามองพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหาและจดบันทึกแนวคิดไว้เป็นทางเลือกและหลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านั้นแล้วจึงประเมินแนวคิดเหล่านั้น โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดีและจุดอ่อน และความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหาแล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3. การวางแผนและพัฒนา (Plan and develop) หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนที่ต่อไป คือการวางแผนการดำเนินงาน โดยผู้แก้ปัญหามอง กำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน ในขั้นตอนของการพัฒนาผู้แก้ปัญหามองวาดแบบและพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของผลผลิตเพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

4. การทดสอบและประเมินผล (Test and evaluate) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหาผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินอาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและ ประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

5. การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the solution) หลังจากการพัฒนา ปรับปรุง ทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหา ต้องนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและ น่าสนใจ ทั้งนี้การทำงานสามารถย้อนกลับเพื่อปรับปรุงแก้ไขได้ตลอดจนกระทั่งได้แนวทางที่เหมาะสมที่สุด

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (2557) ได้กล่าวถึงกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ระบุปัญหา (Problem Identification) ขั้นตอนนี้เริ่มต้นจากการที่ผู้แก้ปัญหาค้นหาถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีหรือสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหา ดังกล่าว ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงบางครั้งคำถามหรือปัญหาที่เราจะระบุอาจประกอบด้วยปัญหาย่อย ในขั้นตอนการระบุปัญหาผู้แก้ปัญหามustพิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่เกิดขึ้นเพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาใหญ่ด้วย

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) หลังจากผู้แก้ปัญหาค้นหาทำความเข้าใจปัญหาและสามารถระบุปัญหาย่อย ขั้นตอนต่อไป คือการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว ในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับผู้แก้ปัญหามักมีการดำเนินการดังนี้

2.1) การรวบรวมข้อมูล คือ การสืบค้นว่าเคยมีใครหาวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวนี้แล้วหรือไม่ และหากมีเขาแก้ปัญหายังไง และมีข้อเสนอแนะอะไรบ้าง

2.2) การค้นหาแนวคิด คือ การค้นหาแนวคิดหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ หรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องและสามารถประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้ ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหามักพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหาและจดบันทึกแนวคิดไว้เป็นทางเลือกและหลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านั้นแล้วจึงประเมินแนวคิดเหล่านั้น โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดีและจุดอ่อน และความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหาแล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาแล้วขั้นตอนต่อไป คือ การนำความรู้ที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการ กำหนดองค์ประกอบของวิธีการหรือผลผลิต ทั้งนี้ ผู้แก้ปัญหามustอ้างอิงถึงความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่รวบรวมได้ ประเมิน ตัดสินใจเลือกและใช้ความรู้ที่ได้มาในการสร้างภาพร่างหรือกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหา

4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) หลังจากที่ได้ออกแบบวิธีการและกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน

5. ทดสอบและประเมินผล ปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้ต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินอาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) หลังจากการพัฒนาปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

จากการศึกษาเอกสารผู้วิจัยเลือกกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพราะเป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนสามารถได้ปฏิบัติจริงและสอดคล้องเป็นกระบวนการที่เข้าใจได้ง่าย โดยมีองค์ประกอบทั้งหมด 5 ขั้นตอน ได้แก่ การระบุปัญหา การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง การวางแผนและพัฒนา การนำเสนอผลลัพธ์และประเมิน

2.1.4 แนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็มศึกษา

ศูนย์สะเต็มศึกษา (2558) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็มศึกษาไว้ดังนี้

1. การบูรณาการภายในวิชา คือ การจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของแต่ละวิชาของสะเต็มแยกกัน การจัดการเรียนรู้แบบนี้คือการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เป็นอยู่ทั่วไปที่ครูผู้สอนแต่ละวิชาต่างจัดการเรียนรู้ให้แก่ นักเรียนตามรายวิชาของตนเอง

2. การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ คือ การจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของวิชาของวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์แยกกัน โดยมีหัวข้อหลัก

(theme) ที่ครูทุกวิชากำหนดร่วมกัน และมีการอ้างอิงถึงความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้น ๆ การจัดการเรียนรู้แบบนี้ช่วยให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงของเนื้อหาในวิชาต่าง ๆ กับสิ่งที่อยู่รอบตัว

3. การบูรณาการแบบสหวิทยาการ คือ การจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะอย่างน้อย 2 วิชาร่วมกันโดยกิจกรรมมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของทุกวิชาเพื่อให้นักเรียนได้เห็นความสอดคล้องกัน ในการจัดการเรียนรู้แบบนี้ ครูผู้สอนในวิชาที่เกี่ยวข้องต้องทำงานร่วมกันโดยพิจารณาเนื้อหาหรือตัวชี้วัดที่ตรงกันและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาของตนเองโดยให้เชื่อมโยงกับวิชาอื่นผ่านเนื้อหาหรือตัวชี้วัดนั้น

4. การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา คือ การจัดการเรียนการสอนที่ช่วยนักเรียนเชื่อมโยงความรู้และทักษะที่เรียนรู้จากวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์กับชีวิตจริง โดยนักเรียนได้ประยุกต์ความรู้และทักษะเหล่านั้นในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชุมชนหรือสังคม และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของตัวเอง ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความสนใจหรือปัญหาของนักเรียน โดยครูอาจกำหนดกรอบหรือ theme ของปัญหากว้างๆ ให้นักเรียนและให้นักเรียนระบุปัญหาที่เฉพาะเจาะจงและวิธีการแก้ปัญหาเอง ทั้งนี้ ในการกำหนดกรอบของปัญหาให้นักเรียนศึกษานั้น ครูต้องคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 3 ปัจจัยกับการเรียนรู้ของนักเรียน ได้แก่ (1) ปัญหาหรือคำถามที่นักเรียนสนใจ (2) ตัวชี้วัดในวิชาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และ (3) ความรู้เดิมของนักเรียน การจัดการเรียนรู้แบบ problem/ project-based learning เป็นกลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้ (instructional strategies) ที่มีแนวทางใกล้เคียงกับแนวทางบูรณาการแบบนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558) ได้เสนอการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ไว้ดังนี้

1. จัดกิจกรรมสอดแทรกไปตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้องของแต่ละรายวิชาภายในคาบเรียนซึ่งกิจกรรมสะเต็มศึกษา ที่จะนำเข้าไปสอดแทรกในคาบเรียนนั้น มักจะเป็นกิจกรรมที่มีจำนวนชั่วโมงที่เหมาะสมที่จะสามารถจัดกิจกรรม ได้เสร็จสิ้นภายในคาบเรียนนั้น โดยผู้สอนแต่ละรายวิชาอาจพิจารณาจากตัวชี้วัดของกิจกรรมนั้น ๆ เป็นเกณฑ์ หรือพิจารณาจากจุดประสงค์ของกิจกรรมก็ได้ว่าเกี่ยวข้องกับเนื้อหาใดบ้าง จากนั้นเมื่อถึงคาบการเรียนการสอน ในเนื้อหานั้น ๆ ก็สามารถนำกิจกรรมสะเต็มศึกษาเข้าไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน

2. จัดกิจกรรมไว้ในรายวิชาเลือกเสรีของกลุ่มวิชาต่าง ๆ โดยการสอนในรูปแบบนี้อาจทำได้ในรายวิชา ที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาพิเศษ หรือการทำโครงการ เป็นต้น รูปแบบการสอนโดยวิธีการนี้เหมาะสมสำหรับกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่ต้องใช้ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรม

ค่อนข้างมากหรือมีความซับซ้อนและยากและมีข้อดีที่ทางผู้สอนสามารถจัดหาอาจารย์ที่ปรึกษาให้แก่ นักเรียนได้ครอบคลุมในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพื่อให้คำแนะนำในการแก้ปัญหาหรือออกแบบและสร้าง ชิ้นงานของนักเรียนได้

3. จัดกิจกรรมไว้ในกลุ่มกิจกรรมนอกห้องเรียนต่าง ๆ เช่น ชุมนุม ชมรม ค่าย ซึ่งรูปแบบ การจัดกิจกรรมแบบนี้มักเป็นกิจกรรมสะสมเต็มศึกษาที่มีหัวข้อหรือหัวเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหา ต่าง ๆ เช่น ปัญหาสิ่งแวดล้อม การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การสร้างนวัตกรรมที่ สามารถใช้ในการแก้ปัญหาดังกล่าว ของส่วนรวม การจัดกิจกรรมโดยวิธีนี้มีข้อดีที่นักเรียนสามารถทำ กิจกรรมได้ตลอดเวลาอย่างต่อเนื่อง

มานะ อินทรวง (2556, น. 11 - 13) ได้ให้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะ เต็ม ว่าเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะนำเสนอเป็นส่วนหนึ่งของวิธีการที่หลากหลายที่จะปรับการเรียน เปลี่ยนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในห้องเรียนของตัวเองให้มีความสอดคล้อง กับแนวคิดสะ เต็มศึกษาดังต่อไปนี้

1. เชื่อมโยงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีสู่โลกจริงคือผู้เรียนมองเห็นว่า แนวคิดหลักหรือกระบวนการที่เรียนรู้สามารถเกิดขึ้นได้ในธรรมชาติใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตจริงก็ เป็นก้าวแรกสู่การบูรณาการความรู้สู่การเรียนรู้ที่มีความหมายเนื่องจากปรากฏการณ์หรือประดิสต์ ครอบตัวเราไม่ได้เป็นผลของความรู้จากศาสตร์หนึ่งศาสตร์ใดเพียงศาสตร์เดียว การประยุกต์ความรู้ง่าย ๆ เช่น การคำนวณพื้นที่ของกระดาษชำระแบบม้วนเชื่อม โยงสู่ความรู้ความสงสัยด้านวัสดุศาสตร์ เทคโนโลยีการผลิตและการใช้กระบวนการทางวิศวกรรมวิเคราะห์ปัญหาและสร้างสรรค์วิธีแก้ไขได้ อย่าง หลากหลาย

2. การสืบเสาะหาความรู้การจัดการเรียนการสอน โดยให้ผู้เรียนได้ศึกษาประเด็นปัญหา หรือตั้งคำถามแล้วสร้างคำอธิบายด้วยตนเองโดยการรวบรวมประจักษ์พยานหลักฐานที่เกี่ยวข้อง สื่อสารแนวคิดและเหตุผลเปรียบเทียบกับแนวคิดต่าง ๆ โดยพิจารณาความหนักแน่นของหลักฐานก่อนการ ตัดสินใจไปในทางใดทางหนึ่งนับเป็นกระบวนการเรียนรู้สำคัญที่ไม่เพียงแต่สนับสนุนการเรียนรู้ใน ประเด็นที่ศึกษาเท่านั้นแต่ยังเป็นช่องทางให้มีการบูรณาการความรู้ในศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ คำถามนับเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สนับสนุนจุดเน้นของสะเต็มศึกษาได้เป็นอย่างดี

3. การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานการทำโครงงานเป็นการสืบเสาะหาความรู้ใน รูปแบบหนึ่งแต่ผู้เขียนได้แยกโครงงานออกมาเป็นหัวข้อเฉพาะเนื่องจากเป็นแนวทางที่สามารถ ส่งเสริมการบูรณาการความรู้สู่การแก้ปัญหาได้ชัดเจนการสืบเสาะหาความรู้บางครั้งครูเป็นผู้กำหนด

ประเด็นปัญหาหรือให้ข้อมูลสำหรับศึกษาวิเคราะห์หรือกำหนดวิธีการในการสำรวจตรวจสอบตามข้อจำกัดของเวลาเรียนวัสดุอุปกรณ์หรือปัจจัยแวดล้อมต่าง ๆ แต่การทำโครงการนั้นเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนเกิดประสบการณ์การเรียนรู้สำคัญในทุกขั้นตอนด้วยตนเองตั้งแต่การกำหนดปัญหาศึกษาความรู้ที่เกี่ยวข้องออกแบบวิธีการรวบรวมข้อมูลดำเนินการลงข้อสรุปและสื่อสารสิ่งที่ค้นพบโครงการในรูปแบบสิ่งประดิษฐ์จะมีการบูรณาการกระบวนการทางวิศวกรรมได้อย่างโดดเด่นแต่โครงการในรูปแบบอื่นทั้งโครงการเชิงทดลองเชิงสำรวจหรือเชิงทฤษฎีก็มีคุณค่าควรแก่การสนับสนุนไม่แพ้กัน แม้ นักเรียนจะมีบทบาทหลักในการเรียนรู้ผ่านการทำโครงการแต่บทบาทของครูในการให้คำปรึกษา ระหว่างนักเรียนทำโครงการนั้นเป็นบทบาทที่สำคัญและท้าทายเนื่องจากครูมีความรับผิดชอบในการสนับสนุนให้นักเรียนเกิดความรู้ความสามารถตามเป้าหมายการจัดการเรียนรู้โดยครูต้องเตรียมพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ไปพร้อม ๆ กับนักเรียนในทุกหัวข้อโครงการ

4. การสร้างสรรค์ชิ้นงานในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน เป็นการสร้างทักษะการคิดการออกแบบการตัดสินใจการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งชิ้นงานที่ครูผู้สอนเปิด โอกาสให้นักเรียนคิดอย่างอิสระและสร้างสรรค์การสร้างสรรค์ชิ้นงานเหล่านี้จะประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์อย่างไม่รู้ตัวบางครั้ง ครูอาจจัดให้นักเรียนสะท้อนความคิดว่าได้เกิดประสบการณ์หรือเรียนรู้อะไรบ้างจากงานที่มอบหมายให้ทำเพราะเป้าหมายของการเรียนรู้อยู่ที่กระบวนการทำงานด้วยเช่นกันหากนักเรียนมองเพียงเป้าหมายชิ้นงานที่สำเร็จอย่างเดียวอาจไม่ตระหนักว่าตนเองได้เรียนรู้ บทเรียนสำคัญมากมายระหว่างทาง

5. การบูรณาการเทคโนโลยีเพียงครูบูรณาการเทคโนโลยีที่เหมาะสมสู่กระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนครูก็ได้ก้าวเข้าใกล้เป้าหมายการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอีกก้าวหนึ่ง แล้วเทคโนโลยีที่ครูสามารถใช้ประโยชน์ในชั้นเรียนปัจจุบันนี้ได้ตั้งแต่ การสืบค้นข้อมูล ลักษณะต่าง ๆ การบันทึกและนำเสนอข้อมูลด้วยภาพนิ่งวีดิทัศน์และมัลติมีเดียการใช้อุปกรณ์ Sensor / Data logger บันทึกข้อมูลในการสำรวจตรวจสอบการใช้ซอฟต์แวร์ จัดกระทำวิเคราะห์ข้อมูลและเทคโนโลยีอื่น ๆ อีกมากมายการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีเหล่านี้กระตุ้นให้นักเรียนสนใจการเรียนรู้เปิดโอกาสให้ประยุกต์ใช้ความรู้แก้ปัญหาและทำงานร่วมกันรวมทั้งสร้างทักษะสำคัญในการศึกษาต่อและ ประกอบอาชีพต่อไปในอนาคต

6. การมุ่งเน้นทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา พัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ได้เป็นอย่างดีคือตัวอย่างทักษะการเรียนรู้และสร้างนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills) ตามกรอบแนวคิดของ Partnership for 21st Century Skills ที่ ครอบคลุม 4C คือ การ

คิดเชิงวิพากษ์ (Critical Thinking) การสื่อสาร (Communication) การทำงานร่วมกัน (Collaboration) และการคิดสร้างสรรค์ (Creativity) จะเห็นได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบโครงงานหรือการสร้างสรรค์ชิ้นงานที่กล่าวถึงข้างต้นนั้นสามารถสร้างเสริมทักษะ เหล่านี้ได้มากอย่างไรก็ตามในบริบทของโรงเรียนทั่วไปครูอาจไม่สามารถให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยการทำโครงงานหรือการสร้างสรรค์ชิ้นงานเท่านั้นดังนั้นในบทเรียนอื่น ๆ ถ้าครูมุ่งเน้นทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ในทุกโอกาสที่เอื้ออำนวยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นทำงานร่วมกันเรียนรู้การหาที่ติ (ฝึกคิดเชิงวิพากษ์) เชิงสร้างสรรค์ที่ว่ำนับครูจัดการเรียนการสอนเข้าใจละเอียดศึกษามากขึ้นตามสภาพจริงของชั้นเรียน

7. การสร้างการยอมรับและการมีส่วนร่วมจากชุมชน ครูหลายท่านอาจเคยมี ประสบการณ์กับผู้ปกครองที่ไม่เข้าใจแนวคิดการศึกษาที่พัฒนานักเรียนให้เป็นคนเต็มคน แต่มุ่งหวังให้สอนเพียงเนื้อหาตัวข้อสอบอยากให้ผู้สร้างนักเรียนที่สอบเรียนต่อได้แต่อาจใช้ชีวิตไม่ได้ในสังคมจริงของ การเรียนรู้และการทำงานเมื่อครูมอบหมายให้นักเรียนสืบค้นสร้างชิ้นงานหรือทำโครงงานผู้ปกครอง ไม่ให้การสนับสนุนหรืออีกด้านหนึ่งผู้ปกครองรับหน้าที่ทำให้ทุกอย่างอย่างไรก็ตามผลงานจากความสามารถของเด็กเป็นอาวุธที่สำคัญที่ครูจะนำมาเผยแพร่จัดแสดงเพื่อชนะใจผู้ปกครองและชุมชนให้ได้การสนับสนุนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาครูสามารถนำนักเรียนไปศึกษาในแหล่งเรียนรู้ของชุมชนสำรวจสิ่งแวดล้อมธรรมชาติในท้องถิ่นศึกษาและรายงานสภาพมลพิษหรือการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรในพื้นที่ให้ชุมชนรับทราบตลอดจนศึกษาและแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ในชุมชนกิจกรรมการเรียนรู้เหล่านี้เกิดประโยชน์สำหรับนักเรียนเองอาจเป็นประโยชน์สำหรับชุมชนและสามารถสร้างการมีส่วนร่วมความภาคภูมิใจและที่สำคัญอย่างยิ่งคือความรู้สึกของเจ้าของร่วมรับผิดชอบคุณภาพการจัดการศึกษาในท้องถิ่นตัวเองให้เกิดขึ้นได้

8. การสร้างการสนับสนุนจากผู้เชี่ยวชาญในท้องถิ่นการให้นักเรียนศึกษาปัญหา ปลายเปิดตามความสนใจของตนเองในลักษณะ โครงงานตลอดจนเชื่อมโยงการเรียนรู้สู่การใช้ ประโยชน์ในบริบทจริงนั้น บางครั้งนำไปสู่คำถามที่ซับซ้อนจนต้องอาศัยความรู้ความชำนาญเฉพาะ ทางครูไม่ควรกลัวจะยอมรับกับนักเรียนว่าครูไม่รู้คำตอบหรือครูช่วยไม่ได้แต่ควรใช้เครือข่ายที่มี เชื่อมโยงให้ผู้เชี่ยวชาญในท้องถิ่นมาช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียนเครือข่ายดังกล่าวอาจเป็นได้ ศิษย์เก่า ผู้ปกครอง ปราชญ์ชาวบ้านเจ้าหน้าที่รัฐหรืออาจารย์ในสถาบันอุดมศึกษาในท้องถิ่นครูสามารถ เชิญวิทยากรภายนอกมาบรรยายหรือสาธิตในบางหัวข้อหรือใช้เทคโนโลยีเช่น ประชุมผ่านวีดีทัศน์ เอื้ออำนวยให้ผู้เชี่ยวชาญสามารถพูดคุย ให้ความคิดเห็นหรือวิพากษ์ผลงานนักเรียนเป็นต้น

9. การเรียนรู้อย่างไม่เป็นทางการ (Informal learning) นักเรียน ๆ นั้นรักความสนุกหาก เรา จำกัดความสนุกไม่ให้กล้ากรายใกล้ห้องเรียนความสุขคงอยู่ห่างไกลจากผู้สอนและจากนักเรียนๆ ไปเรื่อย ๆ แต่จะบูรณาการความสนุกการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีผ่านกระบวนการแก้ปัญหาอย่างไรต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ของครูในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำท่ายเพลิดเพลินให้การเรียนเหมือนเป็นการเล่นแต่ในขณะที่เดียวกันก็ต้องอาศัยความรู้และความสามารถ ตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรด้วยการเรียนรู้อย่างไม่เป็นทางการที่ได้รับความนิยมคือการจัดกิจกรรม ค่าย การเรียนรู้จากเพลงเกมละครหรือการประกวดแข่งขันกิจกรรมเหล่านี้เป็น โอกาสดีที่จะสร้างการมีส่วนร่วมจากชุมชนเช่นอาจเชิญผู้เชี่ยวชาญในท้องถิ่นเป็นวิทยากรในค่ายเป็นกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ หรือให้การสนับสนุนของรางวัล

10. การเรียนรู้ตามอัธยาศัย (non-formal learning) เมื่อครูได้ดำเนินการ 9 ข้อข้างต้น แล้ว อาจมองออกนอกขอบเขตรั้วโรงเรียนสร้างนิสัยการเรียนรู้ตลอดชีวิตให้เป็นวัฒนธรรมของชุมชน ร่วมกันสร้างแหล่งเรียนรู้ด้านสะเต็มศึกษาในท้องถิ่นเช่นเส้นทางศึกษาธรรมชาติหรือประยุกต์ความรู้ สะเต็มเพื่อสนับสนุนแหล่งเรียนรู้วิถิชุมชนเช่นส่งเสริมให้นักเรียนใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมนำเสนอ ข้อมูลภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์และวัฒนธรรมชุมชน

จากการศึกษาเอกสาร สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดบูรณาการแบบสะเต็มศึกษานั้นทำได้หลากหลายแนวทาง โดยจะบูรณาการหลากหลายวิชาเข้าด้วยกัน เช่น วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการทางวิศวกรรม อาจจะมีการจัดการเรียนรู้ แบบโครงการเป็นฐาน ปัญหาเป็นฐาน และการสืบเสาะหาความรู้ จนกระทั่งสร้างสรรค์ออกมาเป็นชิ้นงานที่ได้รวบรวมความรู้มา โดยจะสามารถจัดเป็นแบบตามรายวิชา วิชาเลือกเสรี หรือชุมนุม ชมรม ค่ายและแต่ผู้สอนจัดตามความสะดวกในการจัดการเรียนรู้

2.1.5 การวัดผลและประเมินผลของสะเต็มศึกษา

แนวทางการวัดและประเมินผลของสะเต็มศึกษา เน้นการวัดและประเมินผลในสภาพจริง และที่ผู้เรียนแสดงขณะทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ ซึ่งสะท้อนถึงความรู้ ความคิด เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน ซึ่งมีแนวทางการวัดและประเมินผลมีดังนี้(สถาบันส่งเสริมการ สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558, น.18-19)

1. การประเมินจากสภาพจริง (Authentic assessment) คือ การประเมินความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน จากการแสดงออก การกระทำหรือผลงานเพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง ในขณะที่ผู้เรียนแสดงออกในการปฏิบัติกิจกรรมหรือสร้างชิ้นงาน ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการคิด

ระดับสูง กระบวนการทำงานและความสามารถในการแก้ปัญหาหรือแสวงหาความรู้ โดยมีลักษณะสำคัญของการประเมินจากสภาพจริง ดังนี้

- 1) การประเมินต้องผสมผสานไปกับการเรียนการสอนและต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง
- 2) สามารถประเมินกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ความสามารถในการปฏิบัติงาน ศักยภาพของผู้เรียนในแง่ของผู้ผลิตและกระบวนการที่ผลผลิต
- 3) เป็นการประเมินศักยภาพโดยรวมของผู้เรียนทั้งด้านความรู้พื้นฐาน ความคิดระดับสูง ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร เจตคติ ลักษณะนิสัย ทักษะด้านต่าง ๆ
- 4) เป็นการประเมินที่ให้ความสำคัญต่อการพัฒนาการของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาศักยภาพ ตามความสนใจและความสามารถของแต่ละบุคคล
- 5) ข้อมูลที่ได้จากการประเมินสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการเรียนการสอนและการวางแผนการสอนไปตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนหรือไม่
- 6) เป็นการประเมินที่ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักตัวเอง เชื่อมั่นในตนเองและสามารถพัฒนาตนเอง
- 7) เป็นการประเมินที่ทำให้การเรียนการสอนมีความหมายและเพิ่มความเชื่อมั่นได้ว่าผู้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่การดำรงชีวิตในสังคมได้

วิธีการและแหล่งข้อมูลที่ใช้

เพื่อให้การวัดและประเมินผลได้สะท้อนความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน จากแหล่งข้อมูลและวิธีการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. สังเกตการแสดงออกเป็นรายบุคคล
2. ชิ้นงาน ผลงาน รายงาน
3. การสัมภาษณ์
4. บันทึกของผู้เรียน
5. การประชุมปรึกษาหารือร่วมกันระหว่างผู้เรียนและครู
6. การวัดและประเมินผลภาคปฏิบัติ
7. การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ
8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้แฟ้มผลงาน
9. การทดสอบ

2. การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ (Performance assessment) คือความสามารถของผู้เรียนประเมินได้จากการแสดงออกโดยตรงจากการทำงานต่าง ๆ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นของจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริง โดยประเมินจากกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด โดยเฉพาะความคิดขั้นสูงและผลงานที่ได้ ลักษณะสำคัญของการประเมินความสามารถ คือ การกำหนดวัตถุประสงค์ วิธีการทำงาน ผลสำเร็จของงาน มีคำสั่งควบคุมสถานการณ์ในการปฏิบัติงาน และมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน การประเมินความสามารถที่แสดงออกทำได้แนวทางต่าง ๆ กันดังมีตัวอย่างดังนี้

2.1 การมอบหมายงานให้ทำ มีความสำคัญ มีความสัมพันธ์กับหลักสูตร เนื้อหาวิชาและชีวิตจริงของผู้เรียน ผู้เรียนต้องใช้ความรู้หลายด้านการ ปฏิบัติงานที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการทำงาน และการใช้ความคิดอย่างลึกซึ้ง

2.2 การกำหนดชิ้นงาน หรืออุปกรณ์ หรือสิ่งประดิษฐ์ให้ผู้เรียนวิเคราะห์ห่อหุ้มประกอบ และกระบวนการทำงานและเสนอแนวทางเพื่อพัฒนาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น

2.3 การกำหนดตัวอย่างงานให้และให้ผู้เรียนศึกษาแล้วปฏิบัติตามขั้นตอนให้เหมือนหรือดีกว่า เช่น การทำสไลด์การศึกษาเนื้อเยื่อพืช การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

2.4 การสร้างสถานการณ์จำลองที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน เมื่อกำหนดสถานการณ์แล้วให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ แก้ปัญหาหรือใช้ความคิดระดับสูงในการแก้ปัญหา

2.5 การทดสอบโดยใช้แบบทดสอบข้อเขียน การประเมินตามสภาพจริงจะลดความสำคัญของการทดสอบเนื่องจากการใช้แบบทดสอบลดลง แต่อย่างไรก็ตามข้อสอบข้อเขียนก็ยังมีความจำเป็น เนื่องจากใช้วัดความสามารถด้านความรู้ความเข้าใจในหลักการต่าง ๆ ได้ ดังนั้นในกระบวนการประเมินจึงยังคงใช้แบบทดสอบข้อเขียนร่วมด้วยโดยลดบทบาทของแบบทดสอบวัดพฤติกรรม ด้านความรู้ ความจำ แต่จะมุ่งเน้นประเมินด้านความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการคิดระดับสูง

เอ็ดเวิร์ด (Edward, 2013) ได้เสนอวิธีการวัดและประเมินผลตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

1. ในกรณีที่ผู้สอนใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based Learning) ในการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้สอนสามารถประเมินผู้เรียนดังนี้ คือ

- 1.1 การตั้งคำถามในแบบทดสอบ
- 1.2 การปฏิบัติทดลอง
- 1.3 การรายงานผลการทดลอง

1.4 การศึกษาตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง

2. ในกรณีที่ผู้สอนใช้วิธีการจัดการเรียนรู้โดยการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design) ผู้สอนสามารถประเมินกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมของผู้เรียน ดังนี้ คือ

2.1 การระดมความคิด

2.2 การพัฒนาโมเดลต้นแบบ

2.3 การทำงานเป็นทีม

จากการศึกษาเอกสารที่กล่าวมา การวัดและประเมินผลของสะเต็มศึกษาสามารถวัดได้จากการประเมินสภาพจริงและการประเมินด้านความสามารถ โดยการประเมินสภาพจริงจะประเมินจากการแสดงออกในการปฏิบัติและชิ้นงาน ในส่วนของการประเมินด้านสามารจะเป็นเมินในส่วนของ การแก้ปัญหาจากสถานการณ์จริง จากกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด โดยผู้สอนจะเป็นผู้ตั้ง สถานการณ์ต่าง ๆ ขึ้นมา และใช้การทดสอบข้อเขียนควบคู่ไปด้วย

2.1.6 ประโยชน์ของสะเต็มศึกษา

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (2558, น.5) ได้กล่าวว่า เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านกิจกรรม และโครงการที่มุ่งจะแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์นำไปสู่การสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ โดยผู้เรียนที่มีประสบการณ์ในการทำกิจกรรม หรือโครงการสะเต็มศึกษาจะมีความพร้อมที่จะไปปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้ และทักษะด้าน วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในภาคการผลิต และการบริการที่สำคัญต่ออนาคตของ ประเทศ ซึ่งประโยชน์ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา มีดังต่อไปนี้

1. ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ และสร้างนวัตกรรมใหม่ๆที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการทางวิศวกรรม เป็นฐาน
2. ผู้เรียนเข้าใจและสนใจการประกอบอาชีพด้านสะเต็มศึกษามากขึ้น
3. ผู้เรียนเข้าใจสาระวิชา และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น
4. หน่วยงานภาครัฐและเอกชนมีส่วนร่วมสนับสนุนการจัดกิจกรรมของครูและบุคลากรทางการศึกษา
5. ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้และเชื่อมโยงระหว่าง 8 กลุ่มสาระวิชา
6. สร้างกำลังคนด้านสะเต็มศึกษาของประเทศไทย เพื่อเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจ

แลนซ์ (Lantz, 2009) สรุปการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาเป็นการส่งเสริมคุณภาพ การสอนและประเมินผลของนักเรียนได้พัฒนาจากการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาดังนี้

1. ความเชื่อมั่นในตัวเอง คือ สามารถที่จะสร้างแรงกระตุ้นในการพัฒนาตนเอง มีแรงจูงใจในการพัฒนาความรู้และเพิ่มความเชื่อมั่นในตนเองในการทำงานในช่วงเวลาและ สถานการณ์ที่แตกต่าง กันได้

2. ความคิดอย่างมีเหตุและผล คือ สามารถที่จะเข้าใจเหตุและผล ตรรกะผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรมต่าง ๆ ได้

3. ความเป็นผู้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คือ สามารถวิเคราะห์สถานการณ์ที่เกิด เพื่อ กำหนดกรอบหรือขอบเขตที่จะศึกษา โดยใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ เทคโนโลยีเป็นพื้นฐานสู่การออกแบบทางวิศวกรรมเพื่อสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ เพื่อสนองความต้องการ ของโลกปัจจุบัน

4. ความรู้ทางด้านเทคโนโลยี คือ มีความเข้าใจและสามารถอธิบายธรรมชาติของเทคโนโลยี การพัฒนาทักษะที่จำเป็น และสามารถนำความรู้ไปใช้ประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม

5. ความสามารถในการแก้ปัญหา คือ สามารถที่จะกำหนดคำถามและปัญหาออกแบบและ ค้นคว้าเพื่อรวบรวมข้อมูล ลงข้อสรุป และสามารถประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่ๆ ได้ โดยใช้ทักษะความรู้ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ร่วมด้วย

6. ความสามารถในการประดิษฐ์ คือ ออกแบบอย่างสร้างสรรค์ ทำการทดลอง และ ออกแบบซ้ำโดยการบูรณาการความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อนำไปสู่การนำไปใช้ใน ชีวิตจริงเพื่อตอบสนองความต้องการของสังคม

จากการศึกษาประโยชน์ที่เกิดจากการบูรณาการสะเต็มศึกษานั้นทำให้ผู้เรียนมีทักษะที่ เพียงพอกับในศตวรรษที่ 21 นักเรียนจะมีทักษะการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความสามารถในการแก้ปัญหา คิดเป็นเหตุและผล และสามารถสร้างสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมขึ้นมาใหม่เพื่อประโยชน์ใน ชีวิตประจำวันได้

2.2 ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

2.2.1 ความหมายของทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

วิจารณ์ พานิช (2555) ได้ให้นิยามของทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ว่าเป็นทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 โดยจะเป็นตัวกำหนดความพร้อมของนักเรียนเข้าสู่โลกการทำงาน ที่มีความซับซ้อนมากขึ้นในปัจจุบัน ได้แก่ ความริเริ่มสร้างสรรค์และนวัตกรรม การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา และการสื่อสารและการร่วมมือ

ภาคีเพื่อทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (Partner for 21st Century Skill, 2009) ได้กล่าวว่า ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมเป็นทักษะที่ใช้แยกแยะระหว่างผู้เรียนที่มีทักษะในการดำรงชีวิตที่มีความซับซ้อนมากขึ้นในศตวรรษที่ 21 และนักเรียนที่ไม่มีทักษะเหล่านั้น โดยเจาะจงไปที่ทักษะความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) ทักษะการแก้ปัญหา (Problem Solving) ทักษะการสื่อสาร (Communication) และทักษะความร่วมมือ (Collaboration)

จากการศึกษาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมนั้นเป็นทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 โดยเป็นการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนในด้านการแก้ปัญหา การสื่อสารและการร่วมมือ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

2.2.2 องค์ประกอบของทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

ศูนย์ประกันคุณภาพการศึกษามหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (2561) ได้กล่าวว่า การเตรียมความพร้อมของนักเรียนให้เข้าสู่โลกในปัจจุบันจำเป็นต้องมีทักษะการทำงานในด้านทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสารและการร่วมมือ

1. ความหมายด้านความคิดสร้างสรรค์และการออกแบบชิ้นงาน

สุนันท์ สังข์อ่อง (2555) ได้เสนอทักษะของความคิดสร้างสรรค์และการออกแบบชิ้นงาน (Creativity and Innovation) ประกอบด้วย

1) ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) กระบวนการความคิดได้มาจาก หลาย ๆ วิธีการ เช่น การระดมสมอง สร้างสิ่งใหม่ซึ่งเป็นแนวคิดที่มีคุณค่าแนวคิดสร้างขึ้นจากการทบทวน ชัดเจน วิเคราะห์และประเมินเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

2) การปฏิบัติอย่างสร้างสรรค์กับคนอื่น (work creativity with others) สร้างและสื่อสารแนวคิดใหม่ๆให้ผู้อื่นทราบอย่างมีประสิทธิภาพใจกว้างและยอมรับแนวทางใหม่ ๆ ที่นำมาใช้และให้

ความร่วมมือกับกลุ่มแสดงออกโดยปฏิบัติอย่างริเริ่มสร้างสรรค์ และเข้าใจข้อจำกัดที่เป็นจริง การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ การสื่อสารความคิดใหม่ๆ ร่วมกัน

3) การนำนวัตกรรมไปใช้ (Implement Innovations) การประยุกต์นำความคิดริเริ่มไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่องานทำให้ผลงานนั้นเป็นนวัตกรรม

สุภาพร ศรศิลป์ (2555) ได้เสนอทักษะของความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) ประกอบด้วย ทักษะที่ใช้ความหลากหลายของเทคนิคการใช้ ความคิด การระดมความคิด การสร้างสรรค์ความคิดใหม่ๆ ที่คุ้มค่า วิเคราะห์และประเมินผล ความคิดของตนเอง เพื่อปรับปรุงและเพิ่มความคิดสร้างสรรค์ของตนอยู่ตลอดเวลา การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ การสื่อสารความคิดใหม่ ๆ ร่วมกัน เปิดกว้างและตอบสนองมุมมองใหม่ๆ มีการเสนอแนะในการทำงานร่วมกัน แสดงให้เห็นถึงความคิดริเริ่มและสร้างสรรค์ในการทำงานและเข้าใจข้อจำกัดในโลกยุคปัจจุบัน

วิโรจน์ สารรัตน์ (2556) ได้เสนอทักษะของความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) ประกอบด้วย

1. คิดอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งประกอบด้วยการใช้เทคนิคการสร้างสรรค์ที่หลากหลายสร้างความคิดที่ทั้งเป็นความคิดเสริมจากเดิม และความคิดก้าวหน้าใหม่ๆ รอบคอบ กลั่นกรอง วิเคราะห์และประเมินความคิดตนเองเพื่อปรับปรุงและให้เกิดพลังอย่างเต็มที่

2. ทำงานอย่างสร้างสรรค์กับคนอื่น คือการพัฒนา ปฏิบัติ และสื่อสาร ความคิดใหม่สู่คนอื่น เปิดกว้างและตอบสนองต่อทักษะใหม่ๆ ที่หลากหลายนำมาใช้ประโยชน์และมีผลสะท้อนต่อการทำงานแสดงให้เห็นถึงความเป็นต้นตอหรือเป็นแหล่งประดิษฐ์ในการทำงาน และเข้าใจข้อจำกัดของโลกที่เป็นจริงในการนำเอาความคิดใหม่มาใช้ในการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ การสื่อสารความคิดใหม่ ๆ ร่วมกัน ต้องกระทำซ้ำ ๆ อีกหลายครั้งและยังพบ ข้อผิดพลาดอีกบ่อยครั้ง

3. นำนวัตกรรมสู่การปฏิบัติ คือ การนำเอาความคิดที่สร้างสรรค์ไปปฏิบัติให้เกิดผลที่เป็นรูปธรรม มีผลที่เป็นประโยชน์ต่อสิ่งที่จะเกิดจากนวัตกรรมนั้น

ภาทีเพื่อทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (Partnership for 21st Century Skills , 2009) ได้เสนอทักษะของความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) ประกอบด้วย

1) ใช้เทคนิคการสร้างความคิดที่หลากหลาย เช่น การระดมสมอง

2) สร้างมุมมองใหม่และคุณค่า ทั้งที่เป็นการปรับปรุงเล็กน้อยจาก ของเดิมหรือเป็นการเปลี่ยนแปลงจากเดิม โดยขั้นเชิง

3) ทำความเข้าใจ ปรับปรุง วิเคราะห์ และประเมินแนวคิดของตนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (2561) ได้เสนอ ทักษะของความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) ประกอบด้วย

1) ความคิดสร้างสรรค์ (Think Creativity) รู้จักการใช้ เทคนิคการสร้าง ความคิดที่หลากหลาย สร้างแนวคิดใหม่และมีคุณค่า และสามารถอธิบาย ชัดเจน วิเคราะห์และ ประเมิน แนวคิดของตนเพื่อปรับปรุงและพัฒนาการสร้างสรรค์ให้มากขึ้น

2) การทำงานอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับผู้อื่น (Work Creativity with Others) สามารถพัฒนาไปปฏิบัติและสื่อสาร ความคิดใหม่ๆ ไปสู่ผู้อื่น ได้อย่างมี ประสิทธิภาพ เปิดใจกว้างและยอมรับมุมมองหรือโลกทัศน์ใหม่ๆ ที่มีความหลากหลายให้ความเห็นต่อกลุ่มในการทำงาน แสดงถึงความเป็นผู้นำในการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงาน และเข้าใจสภาพการณ์ ที่อาจเป็นข้อจำกัดในการรับความคิดใหม่ๆ และสามารถนำความผิดพลาดให้เป็น โอกาสในการเรียนรู้

จากการศึกษาเอกสาร ความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะที่ใช้ความหลากหลายของเทคนิคโดยการใช้ความคิด การระดมความคิด การสร้างสรรค์ความคิดใหม่ๆ ที่คุ้มค่า มีการวิเคราะห์และประเมินผลความคิดของตนเอง เพื่อปรับปรุงและเพิ่มความสร้างสรรค์อยู่ตลอดเวลา

2. ด้านคิดอย่างมีวิจารณญาณและแก้ปัญหา

สுகนธ์ สนิรพานนท์ (2555) ได้เสนอทักษะของการคิดอย่าง มีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา (Critical thinking and problem solving) ไว้ว่า เป็น กระบวนการคิดที่ใช้เหตุผล โดยมีการศึกษาข้อเท็จจริง หลักฐาน และข้อมูลต่าง ๆ เพื่อ ประกอบการตัดสินใจแล้วนำมาพิจารณาวิเคราะห์อย่างสมเหตุสมผลก่อนการตัดสินใจซึ่งมีกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อแก้ไขปัญหาไว้ดังนี้

1) การทำความเข้าใจกับปัญหา สถานการณ์ที่พบ ประเด็นสำคัญ

2) การรวบรวมข้อมูล ซึ่งเป็นข้อมูลมาเกี่ยวข้องกับการนำมาเป็นแนวทางการแก้ปัญหา

3) การวิเคราะห์ข้อมูล พิจารณาข้อมูลเพื่อหาทางเลือกหรือคำตอบที่ ถูกต้องอย่างรอบคอบ ประเมินทางเลือกหลายๆทาง

4) การสรุปเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจ

สุนันท์ สังข์อ่อง (2555) ได้เสนอทักษะของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการแก้ปัญหา (Critical thinking and problem solving) ประกอบด้วย

1) การให้เหตุผลอย่างมีประสิทธิภาพ มีวิธีการ ใช้วิธีหาเหตุผลจาก หลากๆวิธีการ เช่นการอุปมาอุปมัย

2) คิดอย่างเป็นระบบ คิดวิเคราะห์ส่วนย่อย ๆ แล้วจึงมองเป็นภาพรวม

3) การลงข้อสรุปและการตัดสินใจ วิเคราะห์และประเมินข้อมูลอย่างมี ประสิทธิภาพ วิเคราะห์และประเมินแนวคิด สังเคราะห์และเห็นความเชื่อมโยงระหว่าง สารสนเทศและข้อถกเถียง ดีความข้อมูลและลงข้อสรุปจากการสังเคราะห์มาอย่างดีสะท้อนสิ่งที่ เรียนรู้อย่างมีวิจารณญาณ

4) แก้ปัญหา ในรูปแบบต่าง ๆ โดยใช้วิธีปกติและวิธีใหม่ๆ วิเคราะห์ และถามคำถามสำคัญ เพื่อให้ความคิดชัดเจนขึ้นและนำไปสู่การลงข้อสรุป

ภาคีเพื่อทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (Partner for 21st Century Skill, 2009) ได้ เสนอทักษะของการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา (Critical thinking and problem solving) ประกอบด้วย

1) ความมีเหตุผล มีการใช้รูปแบบการมีเหตุผลที่หลากหลาย เช่น ทั้ง เชิงอุปมา เชิงอนุมาน และอื่น ๆ ให้เหมาะกับสถานการณ์

2) ใช้การคิดอย่างเป็นระบบ วิเคราะห์ ความสัมพันธ์ระหว่าง องค์ประกอบต่าง ๆ เพื่อให้มองเห็นภาพโดยรวมที่ซับซ้อน

3) มีการประเมินและตัดสินใจ วิเคราะห์และประเมินอย่างมีประสิทธิภาพเกี่ยวกับ สถานการณ์ ข้อถกเถียง ข้อเรียกร้อง และความเชื่อวิเคราะห์และประเมิน แนวคิดของทางเลือกหลักๆ สังเคราะห์และสร้างความเชื่อมโยงระหว่างสารสนเทศกับข้อถกเถียง แปลความสารสนเทศและสรุปผลจากการใช้วิธีวิเคราะห์ที่ดีที่สุด และสะท้อนผลเชิงวิพากษ์ต่อประสบการณ์และกระบวนการเรียนรู้

4) แก้ปัญหา คือการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่ไม่คุ้นเคยด้วยวิธีการทั้งแบบ ดั้งเดิมและแบบ นวัตกรรมใหม่ๆ ระบุและตั้งคำถามสำคัญที่จะทำให้เกิดความกระจ่างในทัศนะที่ หลากหลายและนำไปสู่ทางเลือกที่ดีกว่า

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (2561) ได้เสนอ ทักษะของการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา (Critical thinking and problem solving) ประกอบด้วย

1) การมีเหตุผล สามารถใช้รูปแบบของการใช้เหตุผลที่หลากหลายได้ อย่างเหมาะสมกับ สถานการณ์การคิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของแต่ละส่วนย่อยและผลต่อ ภาพรวมทั้งระบบ

2) การตัดสินใจ วิเคราะห์และประเมินหลักฐาน ข้อโต้แย้ง ข้อร้องเรียน และความเชื่อได้ อย่างมีประสิทธิภาพ วิเคราะห์และประเมินทางเลือกต่าง ๆ สังเคราะห์และ เชื่อมโยงข้อมูลสารสนเทศ

ต่าง ๆ ได้ตีความข้อมูลสารสนเทศและลงข้อสรุปบนฐานการวิเคราะห์ ที่น่าเชื่อถือ และสามารถสะท้อนผลได้อย่างมีวิจารณญาณจากประสบการณ์และการเรียนรู้

วิภาวี ศิริลักษณ์ (2557) ได้เสนอทักษะของการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา (Critical thinking and problem solving) ไว้ว่า เป็นความสามารถในการคิดอย่าง มีเหตุผล ไตร่ตรองอย่างรอบคอบเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหา คลุมเครือหรือมีความขัดแย้ง วิเคราะห์ ประเมิน สรุป และเลือกใช้ข้อมูลที่มีอยู่เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างทางเลือกสำหรับแก้ไข ปัญหา รวมถึงการตัดสินใจลงข้อสรุปในการแก้ปัญหาโดยคำนึงถึง ผลกระทบที่จะตามมาอย่างรอบด้าน และสมเหตุสมผล

จากการศึกษาเอกสาร ทักษะการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล โดย ไตร่ตรองอย่างรอบคอบเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับสถานการณ์นั้น ๆ ก่อน และเสนอวิธีการในการแก้ไข ปัญหานั้น โดยคำนึงถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นอย่างรอบด้านและสมเหตุสมผล

ด้านทักษะการสื่อสารและการร่วมมือ

ศุภันท์ สังข์อ่อง (2555) ได้เสนอทักษะการสื่อสารและการร่วมมือ (Communication and Collaboration) ประกอบด้วย

1) การสื่อสาร (Communication) สื่อสารอย่างชัดเจน (Communicate clearly) แยกแยะ แนวคิดอย่างมีเหตุผลโดยใช้การสนทนา การเขียนและทักษะการสื่อสารต่าง ๆ ในหลายรูปแบบและในหลายบริบทฟังอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อเข้าใจความหมาย ความรู้ ค่านิยม ทศนคติและจุดมุ่งหมาย ใช้ การสื่อสารหลายวิธีที่จะสนองต่อจุดประสงค์ใช้สื่อและ เทคโนโลยีและสามารถประเมินผลกระทบ สื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพในหลากหลายบรรยากาศ

2) การทำงานร่วมกับผู้อื่น (Collaborate with Others) หมายถึง แสดงออกถึงความสามารถ ที่จะทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพและได้รับการยอมรับ ในทีมที่ทำงานด้วย มีความ ยืดหยุ่นและเต็มใจที่จะทุ่มเทมุ่งมั่น ในการทำให้สำเร็จเพื่อ ไปสู่ เป้าหมายของงาน มีความรับผิดชอบใน การทำงานร่วมกับผู้อื่นและเห็นคุณค่าของความคิดที่มาจากสมาชิกในกลุ่ม

วิโรจน์ สารรัตนะ (2556) ได้เสนอทักษะการสื่อสารและการร่วมมือ (Communication and Collaboration) ประกอบด้วย

1) การสื่อสารที่ชัดเจน เป็นการนำเสนอความนึกคิดและความคิดอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งการ พูด การเขียน และการกระทำอย่างหลากหลายรูปแบบและบริบท ฟังอย่าง มีประสิทธิภาพ เพื่อ ตีความหมายทั้งในความรู้ค่านิยม ทศนคติ และความสนใจ ใช้การสื่อสารเพื่อจุดมุ่งหมายต่าง ๆ เช่น การ

แจ้งข่าว การสอน การจูงใจ และเชื้อเชิญ เป็นต้น นำเอาสื่อและเทคโนโลยีมาใช้อย่างมีเหตุผล อย่างรู้
 ความมีประสิทธิภาพและผลกระทบ สื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพในหลายๆสถานการณ์แวดล้อมรวมทั้ง
 การใช้ภาษาไทยและหลายภาษาด้วย

2) ความร่วมมือ แสดงถึงความสามารถที่จะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและอย่างเคารพ
 ซึ่งกันและกันกับคนอื่น ๆ หรือกลุ่มอื่นที่หลากหลาย แสดงออกถึง ความยืดหยุ่นและความเต็มใจที่จะ
 ช่วยเหลือเพื่อให้บรรลุเป้าหมายร่วมกัน มีความรับผิดชอบร่วมกันกับการทำงานแบบมีส่วนร่วม และให้
 คุณค่ากับแต่ละคนที่เป็นส่วนหนึ่งของทีม

อนุชา โสมาบุตร (2556, ออนไลน์) ได้เสนอว่าทักษะความร่วมมือและสื่อสาร
 (communication and Collaboration) ประกอบด้วย

1) การสื่อสารชัดเจนมีประสิทธิภาพ โดยจะสร้างความถูกต้อง ชัดเจนในการสื่อความหมาย
 ที่ถูกต้องทั้งในการพูด การเขียน หรือการใช้ทักษะอื่น ๆ ในทางอวัจนภาษา ใน รูปแบบต่าง ๆ มี
 ประสิทธิภาพทางการรับฟังที่สามารถเสริมสร้างทักษะสำหรับการถอดรหัส ความหมาย และสามารถ
 สรุปลงเป็นความรู้ สร้างคุณค่า ทักษะคิด และเกิดความสนใจที่จะใฝ่รู้ ใช้การสื่อสารใน การกำหนด
 จุดมุ่งหมายเฉพาะทั้งการรายงาน การสอน การสร้างแรงจูงใจ ใช้สื่อเทคโนโลยี หลากหลายและเรียนรู้
 วิธีการใช้สื่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ ท่ามกลางสภาพแวดล้อมหรือ
 บริบทที่ต่างกัน

2) การทำงานร่วมกับผู้อื่น โดยมีความสามารถในการเป็นผู้นำในการทำงานและเกิดการ
 ขอมรับในทีมงาน มีกิจกรรมการทำงานที่สร้างความรับผิดชอบและก่อให้เกิด ความสุขในการทำงาน
 เพื่อให้บรรลุผลตามที่มุ่งหวัง สร้างการมีส่วนร่วมในความรับผิดชอบใน การปฏิบัติงาน และแต่ละคน
 มองเห็นคุณค่าของการทำงานเป็นหมู่คณะ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (2561) ได้เสนอ ทักษะการสื่อสาร
 และการร่วมมือ (Communication and Collaboration) ประกอบด้วย

1) การสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ สื่อสารถ่ายทอดความคิดได้อย่าง ชัดเจนทั้งการพูด การ
 เขียน และทักษะการสื่อสารทางอวัจนภาษา หลากหลายรูปแบบ ใช้การ สื่อสารเพื่อตอบสนอง
 วัตถุประสงค์ที่หลากหลาย ทั้งการให้ข้อมูล การสอน การกระตุ้นหรือการ โน้มน้าว สามารถใช้
 ประโยชน์จากสื่อและเทคโนโลยีที่หลากหลาย เลือกใช้สื่อได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งสามารถประเมินผล
 ที่จะเกิดขึ้นจากการใช้สื่อเหล่านั้น และสามารถสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในสภาพแวดล้อมที่
 ต่างกัน รวมทั้งการสื่อสารได้หลายภาษา

2) การทำงานร่วมกับผู้อื่น ความสามารถในการทำงานเป็นทีมได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดการยอมรับในทีมงานที่หลากหลาย มีความยืดหยุ่นและประนีประนอม เพื่อให้เกิดประโยชน์และบรรลุเป้าหมายร่วมกัน มีความรับผิดชอบในการทำงานร่วมกันและเห็นคุณค่าของ ผู้ร่วมงานในฐานะที่เป็นส่วนหนึ่งของทีมงาน

จากการศึกษาเอกสารทักษะการทำงานเป็นทีม นั้นหมายถึง การแสดงออกถึงความสามารถที่จะทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพและได้รับการยอมรับ ในทีมที่ทำงานด้วย มีความยืดหยุ่นและเต็มใจที่จะทุ่มเทมุ่งมั่น ในการทำให้สำเร็จเพื่อไปสู่ เป้าหมายของงาน

2.2.2.1 ความหมายของทักษะความคิดสร้างสรรค์และการออกแบบชิ้นงาน

กิลฟอร์ด (Guildford, 1967) ได้ให้นิยามไว้ว่า คือความคิดอเนกนัย ความคิดหลายทิศทาง หลายแง่มุมคิดได้กว้างไกลนำไปสู่การคิดประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่รวมถึงการคิดค้นพบวิธีแก้ปัญหาได้

ทอเรนซ์ (Torrance , 1962 p. 16) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของบุคคล ในการคิดสร้างสรรค์ผลิต หรือพัฒนาสิ่งแปลกใหม่ ที่ไม่เคยมีมาก่อน ซึ่งสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้อาจจะเกิดจากการนำความรู้ในศาสตร์ต่าง ๆ ที่ได้รับจากประสบการณ์แล้วนำมาเชื่อมโยงกับสถานการณ์ใหม่ สิ่งที่เกิดขึ้นไม่จำเป็นสิ่งสมบูรณ์อย่างแท้จริง ซึ่งอาจออกมาในรูปของผลผลิตทางศิลปะ วรรณคดี วิทยาศาสตร์

วัลลัส และ โคแกน (Wallach and Kogan, 1965) ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่า หมายถึงความคิดโยงสัมพันธ์ (Association) คนที่มีความคิดสร้างสรรค์ คือ คนที่สามารถจะคิดอะไรได้ อย่างสัมพันธ์เป็นลูกโซ่

อารี พันธุ์ณี (2537) ได้กล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นกระบวนการทางสมองที่คิดในลักษณะอเนกนัย อันนำไปสู่การคิดพบสิ่งแปลกใหม่ด้วยการคิดดัดแปลงปรุงแต่งจากความคิดเดิมผสมผสานกันให้เกิดสิ่งใหม่ ซึ่งรวมทั้งการประดิษฐ์คิดค้นพบสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนวิธีการคิด ทฤษฎี หลักการ ได้สำเร็จ ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นไม่จำเป็นที่จะคิดในสิ่งที่เป็นไปได้ หรือสิ่งที่เป็เหตุเป็นผล เพียงอย่างเดียวเท่านั้น หากแต่คิดออกมาจากจินตนาการก็เป็นสิ่งสำคัญยิ่งที่จะสามารถก่อให้เกิดความแปลกใหม่ แต่ต้องควบคู่กันไปกับ ความพยายามที่จะสร้างความคิดฝันหรือจินตนาการให้เป็นไปได้ด้วยหรือเรียกว่าเป็นจินตนาการประยุกต์นั่นเอง จึงจะทำให้เกิดผลงาน

สมศักดิ์ ภูวิภาดาบรรณ (2537, น.56) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ 2 ลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. ความคิดสร้างสรรค์เป็นเรื่องที่สลับซับซ้อน ยากแก่การให้คำจำกัดความที่แน่นอนตายตัว
2. ถ้าพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ในเชิงผลงาน ผลงานนั้นต้องแปลกใหม่และมีคุณค่า

กรมวิชาการกระทรวงศึกษาธิการ (2535, น.2) ได้ให้ความหมายไว้ว่า หมายถึงความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ โดยมีสิ่งเร้าเป็นตัวกระตุ้นทำให้เกิดความคิดใหม่ ต่อเนื่องกันไป และความคิดสร้างสรรค์นี้ประกอบด้วยความคล่องในการคิด ความยืดหยุ่นและ ความคิดที่เป็นของตนเองโดยเฉพาะ หรือความคิดริเริ่ม

พันธ์ ทองชุมนุม (2544, น.118) ได้กล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า หมายถึงความคิดของบุคคลใดบุคคลหนึ่งที่แสดงออกมา โดยความคิดดังกล่าวเป็นความคิดที่มีลักษณะแตกต่างออกไป จากความคิด ของบุคคลอื่น ๆ โดยทั่วไป และความคิดนั้นสามารถก่อให้เกิดวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่มนุษย์เผชิญอยู่ให้มีสะดวกรวดเร็ว สามารถเพิ่มผลผลิต และเป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพ มากกว่าที่เคยมีหรือเคยปฏิบัติกันมา

ลักขณา ศรีวัฒน์ (2549, น.137) ได้กล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า หมายถึง ความสามารถของสมองของบุคคลที่ประกอบด้วยความคิดคล่อง คิดยืดหยุ่น คิดละเอียดลออ และคิดริเริ่ม ผสมประสานกันจนเกิดเป็นแนวคิดได้หลายทิศทาง หรือแบบอนกนัย (Divergent Thinking) เป็นการคิดที่ทำให้เกิดสิ่งใหม่ หรือเป็นการดัดแปลงปรับปรุงแก้ไขสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพดีกว่าเดิม หรือประดิษฐ์คิดค้นสิ่งๆ ใหม่ที่ไม่ซ้ำของเดิมและเป็นการคิดที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น

จากเอกสารข้างต้นความหมายของทักษะความคิดสร้างสรรค์และการออกแบบชิ้นงาน คือ ความคิดของบุคคลใดบุคคลหนึ่งได้แสดงออกมาเป็นการคิดที่ทำให้เกิดสิ่งใหม่ หรือดัดแปลงปรับปรุงแก้ไขสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพดีกว่าเดิม

2.2.2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทักษะความคิดสร้างสรรค์และการออกแบบชิ้นงาน

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทักษะความคิดสร้างสรรค์ โดยที่นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้มีทัศนะที่แตกต่างกันออกไปดังนี้

1. ทฤษฎีของ فروยด์ (Freud, 1964) มีทัศนะเกี่ยวกับทักษะความคิดสร้างสรรค์ว่า ความคิดสร้างสรรค์เริ่มต้นจากความขัดแย้งซึ่งถูกขับออกมาโดยพลังจิตใต้สำนึก ขณะที่มีความขัดแย้งเกิดขึ้น คนที่มีความคิดสร้างสรรค์จะมีความคิดอิสระขึ้นมากมาย แต่คนที่ไม่มีความคิดสร้างสรรค์จะไม่มีในส่วนนี้

2. ทฤษฎีของเทย์เลอร์ (Tyler R.W., 1950) ได้ให้ข้อคิดของทฤษฎีที่น่าสนใจ ผลงานของความคิดสร้างสรรค์ของคนนั้นไม่จำเป็นต้องขั้นสูงสุดเสมอไป คือไม่จำเป็นต้องคิดค้นคว้าประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ ที่ยังไม่มีผู้ใดคิดมาก่อนเลย หรือสร้างทฤษฎีที่ต้องใช้ความคิดด้านนามธรรมสูงยิ่ง แต่ความคิดสร้างสรรค์คนนั้น อาจเป็นขั้นใดขั้นหนึ่งใน 6 ขั้นต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 เป็นความคิดสร้างสรรค์ขั้นต้นที่สุด เป็นสิ่งสามัญธรรมดา คือ เป็นพฤติกรรมหรือการแสดงออกของตนอย่างอิสระ ซึ่งพฤติกรรมนั้นไม่จำเป็นต้องอาศัยความคิดริเริ่มและทักษะแต่อย่างใด คือให้เพียงกล้าแสดงออกอย่างเป็นอิสระเท่านั้น

ขั้นที่ 2 เป็นผลงานซึ่งผลิตมาโดยผลงานนั้นจำเป็นต้องอาศัยทักษะบางประการ แต่ไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งใหม่

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างสรรค์ เป็นขั้นที่แสดงถึงความคิดใหม่ของบุคคล ไม่ได้ลอกเลียนแบบมาจากใครแม้ว่างานนั้นจะมีคนอื่นคิดแล้วก็ตาม

ขั้นที่ 4 เป็นขั้นความคิดสร้างสรรค์ ขั้นประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ โดยไม่ซ้ำแบบใคร เป็นขั้นที่ผู้กระทำได้แสดงให้เห็นความสามารถที่แตกต่างกันไปจากผู้อื่น

ขั้นที่ 5 เป็นขั้นพัฒนาปรับปรุงผลงานในขั้นที่สี่ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ขั้นที่ 6 เป็นขั้นความคิดสร้างสรรค์สุดยอด ที่จะสามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมได้เช่น ชาลส์ ดาร์วิน คิดตั้งทฤษฎีวิวัฒนาการขึ้น

ทฤษฎีของความคิดสร้างสรรค์ในรูปแบบของการโยงสัมพันธ์ (Associative theory) กล่าวคือ ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยการสร้างแนวคิดใหม่ ๆ โดยการรวมสิ่งที่มีความสัมพันธ์กันเข้าด้วยกัน ซึ่งการรวมกันนี้จะต้องเป็นไปตามเงื่อนไข หรือรวมกันแล้วต้องเกิดประโยชน์ไม่ทางใดทางหนึ่ง หรือเมื่อระลึกถึงสิ่งใดได้ก็เป็นแนวทางในการระลึกถึงสิ่งอื่น ๆ ต่อ ๆ กันไปสัมพันธ์กันเป็นลูกโซ่

ทฤษฎีโครงสร้างทางสมอง (The structure of Intellet theory) ทฤษฎีนี้สร้างโดยกิลฟอร์ด (Guilford) นักจิตวิทยาชาวอเมริกา เป็นผู้สนใจศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับสมรรถภาพทางสมองความคิดสร้างสรรค์ที่เป็นประโยชน์ โดยการศึกษาและวิจัย การวิเคราะห์ตัวประกอบของสติปัญญาในเรื่องความคิดสร้างสรรค์ควรมีเหตุผลและการแก้ปัญหา ได้เสนอแบบจำลองโครงสร้างทางสมองหรือโครงสร้างทางสติปัญญา ซึ่งครอบคลุมสมรรถภาพทางสมองต่าง ๆ ได้อธิบายโครงสร้างทางสมองในรูปแบบจำลองสามมิติ (Guildford, 1967) ดังนี้

มิติที่ 1 เนื้อหา (Content) หมายถึง มิติที่แทนข้อมูลหรือเป็นสิ่งเร้าที่สื่อในการคิดที่สมองรับเข้าไปแล้วทำให้เกิดความคิดหรือความรู้สึก แบ่งออกเป็น 4 ลักษณะ คือ

1. ภาพ หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่เป็นรูปธรรมซึ่งบุคคลสามารถรับรู้และสามารถทำให้เกิดความรู้สึกนึกคิดได้ เช่น ภาพ เป็นต้น
2. สัญลักษณ์ หมายถึง ข้อมูลหรือสิ่งเร้าต่าง ๆ ที่อยู่ในรูปของเครื่องหมายหรือสัญญาณต่าง ๆ ให้บอกมาให้มากที่สุดเช่น ตัวอักษร ตัวเลข โน้ตดนตรี รวมทั้งสัญญาณต่าง ๆ ด้วย
3. ภาษา หมายถึง ข้อมูลที่อยู่ในรูปของถ้อยคำที่มีความหมายต่าง ๆ สามารถใช้ติดต่อสื่อสาร ได้ เช่น พ่อ น้อง เพื่อน รัก โกรธ เสียใจ เป็นต้น
4. พฤติกรรม หมายถึง ข้อมูลที่แสดงออกของเฉพาะบุคคล ในทั้งกิริยาอาการ การกระทำที่สามารถสังเกตเห็น รวมทั้งทัศนคติ การรับรู้การคิด เช่น การยิ้ม การหัวเราะ การแสดงความคิดเห็น เป็นต้น

มิติที่ 2 วิธีการคิด (Operation) หมายถึง มิติที่แสดงลักษณะกระบวนการปฏิบัติงาน กระบวนการคิดของสมอง แบ่งออกตามลำดับขั้นได้ 5 ลักษณะ ดังนี้

1. การรู้จักและเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการตีความของสมองเมื่อเห็นสิ่งเร้าแล้วเกิดการรับรู้ เข้าใจสิ่งนั้นและบอกได้ว่าเป็นอะไร เช่น เมื่อเห็นของเล่นรูปร่างกลม ๆ ทำด้วยยางผิเรียบก็บอกได้ว่าเป็นลูกฟุตบอล
2. การจำ หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่เก็บสะสมความรู้ไว้แล้วสามารถระลึกออกมาได้เมื่อมีสิ่งเร้า เช่น การจำหมายเลขประจำตัว การท่องสูตรคูณ การชี้ตัวคนร้าย
3. การคิดแบบอเนกนัยเป็นกระบวนการของสมองที่จะคิดได้หลายแง่มุม หลายทิศทาง คิดหาคำตอบโดยไม่จำกัดจำนวน ทำให้ได้ความคิดที่แปลกใหม่จากสิ่งเร้าที่กำหนดให้ เช่น หนังสือพิมพ์ใช้ทำอะไรได้บ้าง ให้บอกมาให้มากที่สุด ผู้ที่คิดได้มาก แปลก มีเหตุผล คือ ผู้ที่มีความคิดโดยอเนกนัย ดังนั้น ความคิดอเนกนัยจึงเป็นความคิดที่ Guilford ได้อธิบายว่าเป็นความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งความคิดอเนกนัยนี้ซึ่งเป็นความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (ความสามารถที่จะคิดได้ไม่เหมือนใครหรือคิดในสิ่งดูเหมือนไม่สัมพันธ์กันให้เข้ากันได้) ความคล่องในการคิด (ความสามารถในการคิดคำตอบได้เป็นจำนวนมาก ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลของการคิดในเรื่องหน่วย ความสัมพันธ์และระบบ) ความคิด ยืดหยุ่น (ความพร้อมที่จะเปลี่ยนแนวทางหรือตัดแปลงข้อมูล) และความคิดละเอียดลออ (ความสามารถที่จะต่อเติมความคิดให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น)

4. การคิดแบบเอกนัย หรือความคิดแบบองค์รวม หมายถึง ความสามารถในการคิดหาคำตอบที่ดีที่สุดจากข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่กำหนด และคำตอบที่ถูกต้องก็จะมีเพียงคำตอบเดียว เช่น การเลือกคำตอบในการทำข้อสอบแบบเลือกตอบ

5. การประเมิน หมายถึง ความสามารถสรุปโดยอาศัยกฎเกณฑ์ที่ดีที่สุด

มิติที่ 3 ผลของการคิด หมายถึง มิติที่แสดงถึงผลที่ได้รับจากการใช้ความสามารถในการทำงานเมื่อสมองได้รับข้อมูลจากมิติที่ 2 และใช้ความสามารถในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าผลที่ได้จะออกมาเป็นมิติที่ 3 ซึ่งมี 6 ลักษณะ ดังนี้

1. หน่วย หมายถึง ส่วนย่อย ๆ ที่ถูกแยกออกมามีคุณสมบัติเฉพาะของตนเองที่แตกต่างจากคนอื่น เช่น คน แมว บ้าน เป็นต้น

2. จำพวก หมายถึง ประเภท หรือ จำแนกหรือกลุ่มของหน่วยที่มีคุณสมบัติหรือลักษณะร่วมกัน เช่น สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ได้แก่ คน แมว ช้าง หรือ ประเภทผลไม้ ได้แก่ เงาะ มังคุด ฝรั่ง ลิ้นจี่ เป็นต้น

3. ความสัมพันธ์ หมายถึง ผลของการเชื่อมโยงความคิดแบบต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 พวกเข้าด้วยกัน โดยอาศัยลักษณะบางอย่างเป็นเกณฑ์ อาจอยู่ในรูปของหน่วยกับหน่วย จำพวกกับจำพวก ระบบกับระบบ เช่น ปลาคู่กับน้ำ ชายคู่กับหญิง เป็นต้น

4. ระบบ หมายถึง การเชื่อมความสัมพันธ์ของผลที่ได้หลายๆ คู่เข้าด้วยกันอย่างมีระบบ เช่น เลขชุด 1 3 5 7 9 จัดเป็นระบบเลขคี่ ส่วน 2 4 6 8 จัดเป็นระบบเลขคู่

5. การแปลงรูป หมายถึง การเปลี่ยนแปลง แก้ไข ปรับปรุง ดัดแปลงสิ่งต่าง ๆ ให้ออกมาในรูปแบบใหม่ เช่น การเปลี่ยนรูปสี่เหลี่ยมเป็นเส้นตรงสี่เส้น การแปลความหมาย ย่อความ เป็นต้น

6. การประยุกต์ หมายถึง การคาดหวังหรือทำนายเรื่องบางอย่างจากข้อมูลที่กำหนดให้เกิดความแตกต่างไปจากเดิม เช่น เมื่อเห็น + ก็คาดว่าเป็นสัญลักษณ์ของสภากาชาด

ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ (Torrance, 1962) กล่าวคือ ความคิดสร้างสรรค์จะแสดงออกตลอดกระบวนการของความรู้สึกรู้เห็นหรือการเห็นปัญหา การรวบรวมความคิดเพื่อก่อตั้งสมมติฐาน การทดสอบ และการแปลงสมมติฐาน ตลอดจนการเผยแพร่ถึงผลผลิตที่ได้รับซึ่งทฤษฎีของทอแรนซ์ (Torrance) อาจขยายความได้ว่า ผู้ที่มีความคิดริเริ่มเพื่อแสวงหาวิธีใหม่ในการเผชิญปัญหาหรือแก้ปัญหา

ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ของวัลลัส (Wallas, 1965) ได้กล่าวว่า การคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นมาได้นั้นจะต้องมีขั้นตอนต่างดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เมื่อทราบถึงปัญหา เช่น กรณีก่อนที่คาร์ดิมิตสจะคิดค้นหาส่วนผสมของเงินที่ใช้ในมงกุฎทอง ได้สำเร็จนั้นก็ ได้พยายามชั่งเงินชั่งทอง ที่มีปริมาณแตกต่างกัน กัน แต่ก็ยังคิดไม่ออก

ขั้นที่ 2 ขั้นฟักตัว (Incubation) เมื่อรวบรวมตามขั้นที่ 1 แล้ว ผู้คิดยังไม่สามารถคิดได้ออกได้แต่ครุ่นคิดอยู่ ะยะนี้ผลงานยังไม่เกิด จนบางครั้งผู้คิดจำเป็นต้องไปทำงานอื่น

ขั้นที่ 3 ขั้นคิดออก (Illumination or Insight) เป็นระยะที่คิดคำตอบออกทันที ทั้งที่ดูเหมือนเป็นระยะที่กำลังไม่คิดอยู่

ขั้นที่ 4 ขั้นพิสูจน์ (Verification) เมื่อคิดคำตอบออกแล้วก็พิสูจน์ทดลองซ้ำ ๆ เพื่อให้เกิดความมั่นใจ ได้ผลแน่นอนตั้งเป็นเกณฑ์ต่อไป

วัลลัส (Wallas, 1965) กล่าวถึงการเกิดความคิดสร้างสรรค์ว่าต้องมีขั้นตอนตามลำดับของการเกิดได้แก่ ขั้นเตรียมด้วยการรวบรวมข้อมูล ที่นำไปสู่ขั้นฟักตัวของความคิด จรดว่าถึงขั้นต่อไปคือขั้นคิดออกสามารถหาคำตอบได้และจะ ไปสู่ขั้นสุดท้ายคือขั้นพิสูจน์เพื่อทำให้เกิดความมั่นใจถึงความถูกต้องนำไปใช้ได้ต่อไป

ทฤษฎีการคิดนอกกรอบของเอ็ดเวิร์ด ดี โบโน (Edward De Bono, 1982) นักจิตวิทยา กลุ่มปัญญานิยมมีแนวคิดเกี่ยวกับการคิดได้เสนอไว้ว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถที่จะคิดนอกกรอบ ความคิดเดิมซึ่งปิดกั้นความคิดอยู่ก่อให้เกิดแนวคิดอย่างอื่น ๆ ที่ถือว่าเป็นแนวคิดเพื่อจะนำมาพัฒนาในการแก้ปัญหาที่ต้องการได้ การวัดความคิดสร้างสรรค์จะต้องวัดที่ผลผลิตของความคิดที่สามารถใช้แก้ปัญหาได้ และการคิดสามารถเรียนรู้ ฝึกหัดและสอนกันได้เหมือนทักษะอื่น ดี โบโนเห็นว่าการเปลี่ยนแปลงของโลกและการเจริญก้าวหน้าทางศิลปวิทยาการด้านต่าง ๆ เป็นผลมาจากความคิดของคน โดยเขาได้ตั้งศัพท์และจำแนกความคิดออกเป็น 2 ด้านที่สำคัญ คือ การคิดในกรอบ (Vertical thinking) เป็นการดำเนินการเชิงตรรกะ (Logical thinking) การคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ (Critical thinking) ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ (Scientific method) การคิดนอกกรอบ (Lateral thinking) เป็นการคิดออกไปจากกรอบความคิดเดิมที่ครอบงำอยู่

จากทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทักษะความคิดสร้างสรรค์นั้น เราจะเห็นได้ว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะที่อยู่ในตัวของบุคคลทุกคนและการที่จะเพิ่มประสิทธิภาพนั้นต้องอาศัยการเรียนรู้กระบวนการฝึกฝนอย่างเต็มที่และการได้อยู่ภายใต้สิ่งแวดล้อมที่เอื้ออำนวย

2.2.2.3 กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์และการออกแบบชิ้นงาน

กิลฟอร์ด (Guilford, 1967) สรุปว่าการคิดที่สำคัญจะก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์คือความสามารถของบุคคลที่จะคิดแตกแยกออกไปหลายทิศทาง หลายลักษณะ หลายแง่หลายมุม หรือเรียกว่าความคิดออกเนกนัย (Divergent Thinking) ความคิดต่าง ๆ ดังกล่าวประกอบด้วยความคิด 4 ลักษณะ ดังนี้คือ

1. ความคิดคล่องตัว (Fluency) หมายถึงความสามารถของสมองในการคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่วรวดเร็วหรือคล่องตัวในการคิดตอบสนองต่อสิ่งเร้าให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ความคิดชนิดนี้จะเน้นในเรื่องปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน โดยแบ่งเป็น

1.1 ความคล่องแคล่วทางด้านภาษาหรือถ้อยคำ (Work Fluency) เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำในรูปแบบต่าง ๆ อย่างฉับไว

1.2 ความคิดคล่องแคล่วทางการโยงสัมพันธ์ (Associational Fluency) เน้นความสามารถที่จะคิดหาถ้อยคำที่เหมือนกันหรือคล้ายกันได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ภายในเวลาที่กำหนด

1.3 ความคล่องแคล่วทางการแสดงออก (Expressional Fluency) เป็นความสามารถในการใช้วลีหรือประโยคต่าง ๆ คือความสามารถที่จะนำคำมาเรียงกันอย่างรวดเร็วเพื่อให้ได้ประโยคตามที่ต้องการ

1.4 ความคล่องในการคิด (Ideational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด เช่น ให้คิดหาประโยชน์ของก้อนอิฐให้ได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนด 5 นาที หรือ 10 นาที

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ประเภทหรือแบบของความคิด แบ่งออกเป็น

2.1. ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที (Spontaneous Flexibility) เป็นความสามารถที่จะพยายามคิดได้หลายทางอย่างอิสระคนที่มีความคิดยืดหยุ่นในด้านนี้คิดประโยชน์ของหนังสือพิมพ์ว่ามีอะไรบ้าง ได้หลายทิศทาง ในขณะที่คนซึ่งไม่มีความคิดยืดหยุ่นจะคิดได้เพียงทิศทางเดียว

2.2 ความคิดเห็นยืดหยุ่นทางการดัดแปลง (Adapter Flexibility) หมายถึงความสามารถในการดัดแปลงความรู้หรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์หลายๆ ด้าน ซึ่งมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา ซึ่งคนที่มีความคิดยืดหยุ่นจะคิดได้ไม่ซ้ำกัน

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึงความสามารถทางสมองในการหาคำตอบที่แปลกใหม่และเป็นคำตอบที่ไม่ซ้ำกับคำตอบของผู้อื่น เป็นความคิดที่แตกต่างไปจากความคิดธรรมดา

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึงความคิดเกี่ยวกับรายละเอียดที่ใช้ในการตกแต่ง เพื่อให้คิดริเริ่มนั้นสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

อารี รังสินันท์ (2526 ,น.24-34) อธิบายองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้โดยสรุป ดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่แตกต่างความคิดธรรมดาหรือความคิดง่าย ๆ ความคิดริเริ่มที่เรียกว่า Wild Idea เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม ความคิดริเริ่มเป็นลักษณะความคิดที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรก เป็นความคิดที่จำเป็นต้องอาศัยจินตนาการผสมกับเหตุผลแล้วหาทางทำให้เกิดผลงาน ผู้ที่มีความคิดริเริ่มเป็นคนกล้าคิด กล้าแสดงออก พร้อมทั้งกับทดลองทดสอบความคิดนั้นอยู่เสมอ

2. ความคล่องตัว หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันเมื่อตอบปัญหาเรื่องเดียวกัน ความคล่องในการคิดนี้มีความสำคัญต่อการแก้ปัญหาหลายๆ วิธี และต้องการนำวิธีการเหล่านั้นมาทดลอง จนกว่าจะพบวิธีการที่ถูกต้อง

3. ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ประเภท หรือแบบของความคิด แบ่งออกเป็น

3.1 ความคิดยืดหยุ่น ที่เกิดขึ้นทันที เป็นความสามารถในการคิดอย่างอิสระให้ได้คำตอบ หลายแนวทางในขณะที่คนทั่วไปจะคิดได้แนวทางเดียว

3.2 ความคิดยืดหยุ่นทางการดัดแปลง เป็นความสามารถในการดัดแปลง ของสิ่งเดียวให้เกิดประโยชน์หลายด้าน

4. ความคิดละเอียดลออ เป็นลักษณะของความพยายามในการใช้ความคิด และประสานความคิดต่าง ๆ เข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดความสำเร็จ

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2542, น. 61-62) กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์จัดเป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้กว้างไกลหลายทิศทางซึ่งประกอบด้วยลักษณะของการคิด 4 แบบ คือ

1. ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการคิดตอบสนองต่อสิ่งเร้าให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ หรือ ความสามารถคิดหาคำตอบที่เด่นชัดและตรงประเด็นมากที่สุด

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการปรับสภาพของความคิดในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ความคิดยืดหยุ่นเน้นในเรื่องของปริมาณที่เป็นประเภทยิ่งใหญ่ ๆ ของความคิดแบบคล่องแคล่วนั่นเอง เป็นตัวเสริมและเพิ่มคุณภาพของความคิดคล่องแคล่วให้มากขึ้นด้วยการจัดเป็นหมวดหมู่และมีหลักเกณฑ์ยิ่งขึ้น

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึงความสามารถในการคิดแปลกใหม่แตกต่างไปจากความคิดธรรมดาหรือความคิดง่าย ๆ ความคิดริเริ่มอาจจะเกิดจากการนำเอาความรู้เดิมมาคิดดัดแปลงและประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ขึ้น

4. ความคิดละเอียดละออ (Elaboration) หมายถึงความสามารถในการมองเห็นรายละเอียดในสิ่งที่คนอื่นมองไม่เห็นและยังรวมถึงการเชื่อมโยงสัมพันธ์สิ่งต่าง ๆ

ทิสนา แคมมณี (2543, น. 41-47) ได้ให้ความหมายของลักษณะการคิดและตัวบ่งชี้ลักษณะการคิดแต่ละแบบไว้ ซึ่งในการคิดนั้นเป็นองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

1. คิดคล่อง เป็นการคิดอย่างรวดเร็วให้ได้ข้อมูลจำนวนมาก โดยตัวบ่งชี้ลักษณะการคิด คือ สามารถให้ข้อมูลจำนวนมากจากการคิดอย่างรวดเร็ว

2. คิดหลากหลาย เป็นการคิดให้ได้ข้อมูลหลายประเภท โดยตัวบ่งชี้ลักษณะการคิด คือ สามารถให้ข้อมูลที่มีประเภท / ชนิด / แบบ / ลักษณะที่แตกต่างกันได้จำนวนมาก

3. คิดละเอียด เป็นการคิดให้ได้ข้อมูลที่เป็นรายละเอียดของสิ่งที่ต้องการคิด โดยตัวบ่งชี้ลักษณะการคิด คือ สามารถขยายข้อมูลของประเด็นที่คิดให้ได้รายละเอียดเพิ่มมากขึ้น

ทอร์แรนซ์ (Torrance, 1962, pp.91-95) ได้ให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้พอสรุปได้ว่า องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์นั้นประกอบด้วยความคิด 3 องค์ประกอบดังนี้

1. ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึงความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และสามารถสร้างคำตอบได้ในปริมาณมากในเวลาจำกัด

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภท หลายทิศทาง หลายรูปแบบ

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะของความคิดแปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดธรรมดา และไม่ซ้ำกับความคิดที่มีอยู่ทั่วไป

จากเอกสารผู้วิจัยได้ใช้กระบวนการของกิลฟอร์ด ในการวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยมี 4 ด้าน คือ ความคิดคล่องตัว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มและความคิดละเอียดลออ

2.2.2.4 การวัดและประเมินผลความคิดสร้างสรรค์

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ (อารี พันธุ์ณี, 2537)

1. การสังเกต หมายถึงการสังเกตพฤติกรรมของบุคคลที่แสดงออกเชิงสร้างสรรค์
2. การวาดภาพ หมายถึงการให้เด็กวาดภาพจากสิ่งเร้าที่กำหนดเป็นการถ่ายทอดความคิดสร้างสรรค์ออกมาเป็นรูปธรรมและสามารถสื่อความหมายได้สิ่งเร้าที่กำหนดให้เด็กอาจ เป็นวงกลม สีเหลี่ยม แล้วให้เด็กวาดภาพต่อเติมเป็นภาพ

3. รอยหยดหมึก หมายถึงการให้เด็กได้ดูภาพรอยหยดหมึกแล้วคิดตอบจากภาพที่ เด็กเห็น มักใช้กับเด็กวัยประถมศึกษา เพราะเด็กสามารถอธิบายได้ดี

4. การเขียนเรียงความและงานศิลปะ หมายถึงการให้นักเรียนเขียนเรียงความจากหัวข้อ ที่กำหนดและการประเมินจากงานศิลปะของนักเรียน

5. แบบทดสอบ หมายถึงการให้นักเรียนทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์มาตรฐาน ซึ่งเป็นผลมาจากการวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์มี ทั้งใช้ภาษาเป็นสื่อและที่ใช้ภาพเป็นสื่อเพื่อเร้าให้นักเรียนแสดงออกเชิงความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบมีการกำหนดเวลาด้วย

แบบทดสอบความคล่องแคล่วของกิลฟอร์ด (1967) แบบทดสอบนี้กิลฟอร์ดโดยคิดขึ้นเพื่อวัดความคิดกระจาย (Divergent Thinking) โดยมุ่งวัดตัวประกอบในแต่ละเซลล์ตามโครงสร้างสมรรถภาพทางสมอง ซึ่งมี 3 มิติคือเนื้อหาที่คิด (Content) วิธีการคิด(Operation) และผลิตผลแห่งความคิด (Product) ตามลำดับ

1. ความคล่องแคล่วในการใช้คำ (Word Fluency, DSU) ให้เขียนคำประกอบด้วยอักษรที่กำหนดให้เช่น ป பட บัด ปาด เป็นต้น

2. ความคล่องแคล่วทางความคิด (Ideational Fluency, DMU) ให้เขียนชื่อสิ่งของที่อยู่ในพวกหรือประเภทเดียวกัน เช่น ของเหลวที่ขายโดยทั่วไปได้แก่ น้ำมัน นมและ น้ำอัดลมต่าง ๆ เป็นต้น

3. ความคล่องแคล่วด้านเชื่อมโยง (Associational Fluent, DMR) ให้เขียนคำต่าง ๆ ที่มีความหมายคล้ายคลึงกับคำที่กำหนดให้เช่น หนัก ยาก แข็ง เป็นต้น

4. ความคล่องแคล่วในการแสดงออก (Expressional Fluency, DSS) ให้เขียนประโยคประกอบด้วยคำ 4 คำในแต่ละคำเริ่มต้นตัวอักษรที่กำหนดให้เช่น K-u-y-i Keep up your interest, Kill useless yellow insects

5. การใช้ประโยชน์อย่างอื่น (Alternate Uses, DMC) ให้บอกประโยชน์อย่างอื่นของ สิ่งเฉพาะที่กำหนดให้มีใช้เป็นการใช้ประโยชน์โดยทั่วไป เช่น หนังสือพิมพ์ใช้ทำประโยชน์อย่างไรได้บ้าง

6. การสรุปผล (Consequence, DMU, DMC) ให้บอกเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นอันเป็นผลเนื่องจากเหตุการณ์สมมติฐานที่กำหนดให้เช่น ถ้าคนไม่จำเป็นต้องนอนพักผ่อนจะเกิดอะไรขึ้นบ้าง

7. ประเภทของงานอาชีพ (Possible Jobs, DMI) ให้บอกรายชื่อของงานอาชีพต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคำที่กำหนดให้เช่น หลอดไฟฟ้าวิสกักร ไฟฟ้า เจ้าของโรงงานทำหลอดไฟฟ้าและอื่น ๆ เป็นต้น

8. การวาดรูป (Making Objects, DFS) ให้วาดรูปสิ่งของเฉพาะโดยใช้เซตของรูปที่กำหนดให้เช่น รูปวงกลมและรูปสามเหลี่ยม เป็นต้น ในการวาดรูปสิ่งของรูปหนึ่งอาจใช้รูปที่กำหนดให้ซ้ำกันได้และเปลี่ยนแปลงขนาดได้แต่จะต้องไม่เติมรูปหรือเส้นอื่น ๆ เพิ่มขึ้นอีก

9. การสเก็ตช์รูป (Sketches, DFU) ให้ต่อเติมให้เป็นรูป จากภาพร่างที่กำหนดไว้เช่น วงกลมสามเหลี่ยม แล้วต่อเติมภาพให้สมบูรณ์และแตกต่างกันให้มากที่สุด

10. การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (Match Problem, DFT) จากโจทย์ที่กำหนดให้เช่น ปัญหาไม้ขีดไฟให้อาจำนวนก้อนไม้ขีดไฟจำนวนหนึ่งออก โดยใช้ก้อนไม้ขีดไฟที่เหลือประกอบกันเป็นรูปทรงเลขาคณิตที่มีจำนวนรูปตามต้องการ

11. การตกแต่ง (Decorations, DFI) ได้ตกแต่งรูปวาดเกี่ยวกับสิ่งของทั่วไปที่ร่างเอาไว้แล้วด้วยแบบที่แตกต่างกัน

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ ทอร์เรนซ์ (Torrance 1966) แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance จะประกอบด้วยแบบทดสอบที่เป็น แบบภาษา (Verbal) Verbal Form A และ B และแบบทดสอบที่เป็นรูปภาพ (Figural) คือ แบบทดสอบรูปภาพแบบ ก และแบบทดสอบรูปภาพแบบ ข (Form A, B)

1. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษา (Thinking Creatively With Words) เป็นแบบทดสอบที่ใช้ภาษาเป็นสื่อเราให้ผู้สอบแสดงความคิดเชิงสร้างสรรค์ออกมา ประกอบด้วยกิจกรรมย่อย 7 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 การตั้งคำถาม(Asking) ให้นักเรียนตั้งคำถามจากภาพที่กำหนดให้มาให้มากที่สุดเพื่อให้ได้คำตอบที่ตนเองอยากรู้

กิจกรรมที่ 2 การเดาสาเหตุ(Guessing Causes) โดยให้นักเรียนเขียนเดาสาเหตุ หรือเหตุการณ์ที่จะเกิดก่อนเหตุการณ์ในภาพให้มากที่สุด

กิจกรรมที่ 3 การเดาผลที่เกิดมา (Guessing Consequences) ให้นักเรียนเขียนผล หรือเหตุการณ์ที่เกิดต่อจากเหตุการณ์ในภาพ

กิจกรรมที่ 4 การปรับปรุงผลผลิตให้ดีขึ้น (Product Improvements) ให้นักเรียนคิดดัดแปลง หรือปรับปรุงภาพข้างที่กำหนดให้ให้เป็นภาพที่น่ารัก หรือเป็นของเล่นที่สนุกสนาน บอกมาให้มากที่สุด

กิจกรรมที่ 5 การใช้ประโยชน์ของสิ่งของ (Unusual Uses) ให้นักเรียนบอก ประโยชน์ของกล่องกระดาษแข็งมาให้มากที่สุด

กิจกรรมที่ 6 การตั้งคำถามแปลก ๆ (Unusual Questions) ให้นักเรียนตั้งคำถาม แปลก ๆ เกี่ยวกับกล่องกระดาษแข็งมาให้มากที่สุด

กิจกรรมที่ 7 การสมมติอย่างมีเหตุผล (Just Suppose) ให้นักเรียนคาดคะเน เหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นจากเหตุการณ์ที่สมมติขึ้นว่าจะเกิดอะไรขึ้นบ้าง เขียนตอบมาให้มากที่สุด

2. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพ (Thinking Creatively With Pictures) แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพเป็นสื่อมี 2 แบบคือแบบ ก และ แบบ ข ซึ่งเป็นแบบทดสอบคู่ขนาน โดยกำหนดสิ่งเร้าให้มีลักษณะคล้าย ๆ กัน

2.1 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพแบบ ก ประกอบด้วย

กิจกรรมย่อย 3 กิจกรรม ดังต่อไปนี้

กิจกรรมที่ 1 การวาดภาพ (Picture Construction) ให้นักเรียนต่อเติมภาพจากรูปวงรีที่กำหนดให้ให้เป็นภาพที่แปลกใหม่พร้อมกับตั้งชื่อภาพที่วาดด้วย

กิจกรรมที่ 2 การต่อเติมภาพให้สมบูรณ์ (Picture Completion) ให้นักเรียนต่อเติม ภาพเส้นในลักษณะต่าง ๆ ที่กำหนดให้จำนวน 10 ภาพ ให้ได้ภาพที่น่าสนใจมาให้มากที่สุด พร้อม กับตั้งชื่อภาพ

กิจกรรมที่ 3 การใช้เส้นคู่ขนาน (Parallel Lines) โดยให้นักเรียนต่อเติมภาพจาก เส้นขนานจำนวน 30 คู่ให้ได้ภาพที่แปลกมาให้มากที่สุด แล้วตั้งชื่อภาพที่ต่อเติมด้วย

2.2 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพแบบ ข มีลักษณะคล้ายกับแบบทดสอบรูปภาพแบบ ก แตกต่างกันเฉพาะสิ่งเร้าที่กำหนดให้คือ

กิจกรรมที่ 1 เป็นการวาดภาพ โดยให้ต่อเติมภาพจากรูปคล้ายไส้กรอกสีส้ม

กิจกรรมที่ 2 การวาดภาพให้สมบูรณ์โดยให้นักเรียนต่อเติมจากเส้นลักษณะต่าง ๆ ซึ่งต่างจากแบบ ก

กิจกรรมที่ 3 การใช้วงกลม (Circles) โดยให้เด็กต่อเติมภาพจากรูปวงกลม จำนวน 30 รูป แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ ทอร์เรนซ์นั้น ความเร็วในการทำแบบทดสอบเป็น ตัวประกอบที่สำคัญ โดยแต่ละกิจกรรมใช้เวลาทำ 5 หรือ 10 นาที

จากการศึกษาเอกสารสรุปว่า การประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์สามารถวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ โดยเป็นแบบอัตนัย และผู้สอนสามารถให้คะแนนตามความคิดของผู้เรียนได้ตามรูปริคคะแนนที่ตั้งไว้

2.2.2.5 ความหมายของการออกแบบชิ้นงาน

บุปผชาติ ทัททิกรณ์ (2551) ได้กล่าวถึงความหมายของการสร้างสรรค์ชิ้นงานไว้ว่า เป็นการให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสร้างชิ้นงานจากความคิด จินตนาการของตนเอง ผู้สอนจำเป็นต้องเตรียมเครื่องมือสร้างที่เหมาะสม เพื่อนักเรียนจะสามารถนำเครื่องมือชิ้น ๆ ไปใช้สร้างความรู้หรือชิ้นงานที่มีความหมายต่อตนเอง ถึงแม้ว่าผู้เรียนจะได้รับเครื่องมือชนิดเดียวกัน แต่ชิ้นงานจะแตกต่างกันตามจินตนาการ ความคิด และความสามารถในการแก้ปัญหา

นวลน้อย บุญวงศ์ (2539) การออกแบบ คือ การใช้ความคิดจินตนาการจากความจริงในปัจจุบัน ไปยังความเป็นไปได้ในอนาคต

เอ็ดเวิร์ด (Edward, 2550) กล่าวถึงการออกแบบว่า การออกแบบนั้นเหมือนการค้นพบทางวิทยาศาสตร์ซึ่งผลลัพธ์เกิดจากการลองผิดลองถูกมากกว่าสร้างความสอดคล้องต่อแนวทางดั้งเดิม

จากการศึกษาสรุปได้ว่า การออกแบบชิ้นงาน เป็นการนำความคิด จินตนาการของผู้เรียนมาสร้างสรรค์ชิ้นงาน ซึ่งนักเรียนจะสามารถสร้างองค์ความรู้และส่งเสริมทักษะอย่างมีประสิทธิภาพ

2.2.2.6 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบชิ้นงาน

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบชิ้นงาน มีนักการศึกษาได้ให้ไว้ดังนี้

การศึกษาโดยมีแนวคิดว่าการเรียนรู้ที่ดีและทรงประสิทธิภาพเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะต้องมีกระบวนการสร้างสรรค์องค์ความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียน ผู้เรียนจะต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งที่สนใจนั้นด้วยตนเองและอยู่ในบริบทที่แท้จริงของผู้เรียนเอง จากนั้นผู้เรียนได้มีโอกาสนำ

ความรู้ที่สร้างสรรค์ขึ้นมานั้น ไปสร้างสรรค์ชิ้นงานขึ้นมา เป็นการทำให้เห็นความคิดเห็นที่เป็นรูปธรรม เพราะเมื่อผู้เรียนสร้างสิ่งใดขึ้นมาในโลกก็หมายถึงการสร้างความรู้ในตนเองขึ้นมานั่นเอง หากสังเกตให้ดีจะเห็นว่าทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเองด้วยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism) จะเป็นการคิดจากทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ด้วยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Work Piece Construction) ที่เป็นผลผลิตจากองค์ความรู้ ดังนั้นผู้สอนจึงควรพิจารณาในการใช้สื่อ เทคโนโลยี วัสดุ และอุปกรณ์การเรียนรู้ต่าง ๆ ที่เหมาะสมในการให้ผู้เรียนได้สร้างสรรค์การเรียนรู้และผลงานของผู้เรียนเองจนเกิดประจักษ์พยานขององค์ความรู้ ทั้งนี้ได้ให้แนวคิดวาทศาสตร์และวัสดุทางศิลปะส่วนมากสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุในการสร้างสรรค์ความรู้ได้ดี เช่นกัน เช่น กระดาษหนังสือพิมพ์ เศษไม้ ขวดน้ำพลาสติก หรือของเหลือใช้ต่าง ๆ เป็นต้น เนื้อหาสาระที่เกี่ยวกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน หลักการในการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน และการประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้

1. แนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการออกแบบชิ้นงาน จำแนกได้ ดังนี้

1) สามารถสร้างการเรียนรู้ที่ทรงประสิทธิภาพแก่ผู้เรียนได้เป็นอย่างดี คือ สามารถสร้างกลไกการเรียนรู้จนผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ (Body of Knowledge) พร้อมทั้งเกิดประจักษ์พยานขององค์ความรู้

2) แนวคิดทฤษฎีนี้มีความคล้ายคลึงกับการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) คือ ทั้งสองทฤษฎีส่งผลต่อการจัดการศึกษาและเป็นพื้นฐานในการขับเคลื่อนการปฏิรูปการศึกษาในวงกว้าง จึงควรมีการศึกษาเพื่อความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีดังกล่าวในส่วนที่เป็นพื้นฐานความคิดและการนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดผลในทางปฏิบัติ

3) การเรียนรู้อยู่บนกระบวนการสร้าง 2 กระบวนการ ได้แก่

3.1) ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยการสร้างความรู้ใหม่ขึ้นมาด้วยตนเอง ไม่ใช่รับแต่ข้อมูลที่หลังไหลเข้าในสมองของผู้เรียนเท่านั้น โดยความรู้จะเกิดขึ้นจากการแปลความหมายของประสบการณ์ที่ได้รับ สังเกตว่าในขณะที่เราสนใจทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งอยู่อย่างตั้งใจ เราจะไม่ลดละความพยายามและจะคิดหาวิธีการแก้ปัญหาที่นั้นจนสำเร็จ

3.2) กระบวนการเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากที่สุดหากกระบวนการนั้นมีความหมายกับผู้เรียนคนนั้น

2. หลักการในการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน จำแนกได้ดังนี้

1) หลักการที่ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยให้ผู้เรียนลงมือประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองหรือได้ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมภายนอกที่มีความหมายการเรียนรู้จะได้ผลดีถ้าหากผู้เรียนเข้าใจในตนเอง มองเห็นความสำคัญในสิ่งที่เรียนรู้และสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เก่า รู้ว่าตนเองได้เรียนรู้อะไรบ้างและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ขึ้นมา

2) หลักการที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ โดยครูควรพยายามจัดบรรยากาศการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยมีทางเลือกในการเรียนรู้ที่หลากหลาย และเรียนรู้อย่างมีความสุข สามารถเชื่อมโยงความรู้ระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เก่าได้ ส่วนครูเป็นผู้ช่วยเหลือและคอยอำนวยความสะดวก

3) หลักการเรียนรู้จากประสบการณ์และส่งแวดล้อม หลักการนี้ชี้ให้เห็นความสำคัญของการเรียนรู้ร่วมกัน (Social Value) ทำให้ผู้เรียนเห็นว่าเป็นแหล่งความรู้อีกแหล่งหนึ่งที่สำคัญ การสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism) เป็นการจัดประสบการณ์เพื่อเตรียมคนออกไปเผชิญโลกในสังคมกว้างขึ้น ถ้าผู้เรียนเห็นว่าคนเป็นแหล่งความรู้ที่สำคัญและสามารถแลกเปลี่ยนความรู้กันได้ ซึ่งเมื่อเขาออกไปก็จะปรับตัวได้ง่ายขึ้นและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดีมีประสิทธิภาพ

4) หลักการใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือ การรู้จักแสวงหาคำตอบจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเองเป็นผลให้เกิดพฤติกรรมที่ฝังแน่น เมื่อผู้เรียนสามารถเรียนรู้ว่าจะเรียนรู้ได้อย่างไร (Learn How to Learn)

3. บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนตามแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงานจำแนกอธิบายได้ดังนี้

1) บทบาทของผู้สอน ครูมีบทบาทสำคัญมากในการที่จะควบคุมกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนให้บรรลุผลตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ซึ่งครูควรจะเข้าใจบทบาทของตนเองและคุณสมบัติที่ควรจะมีรวมถึงเจตคติที่ดีต่ออาชีพครู สำหรับบทบาทครูในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ดังต่อไปนี้

1.1) จัดบรรยากาศการเรียนรู้ให้เหมาะสม โดยควบคุมกระบวนการเรียนรู้ให้บรรลุเป้าหมายตามที่กำหนดไว้ และคอยอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้เรียนดำเนินงานไปได้อย่างราบรื่น

1.2) แสดงความคิดเห็นและให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์แก่ผู้เรียนตามโอกาสที่เหมาะสม

1.3) สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่มีทางเลือกที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเลือกได้ตามความสนใจ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการคิด การลงมือทำและเกิดการเรียนรู้

1.4) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามแนวทางของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน โดยเน้นให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองด้วยการจดประกายความคิดและกระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างทั่วถึงตลอดจนรับฟังและสนับสนุนส่งเสริมให้กำลังใจแก่ผู้เรียนจนสร้างสรรค์ผลงานของตนออกมาได้สำเร็จ

1.5) ช่วยเชื่อมโยงความคิดเห็นของผู้เรียนและสรุปผลการเรียนรู้ตลอดจนส่งเสริมและนำทางให้ผู้เรียนได้รู้วิธีวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ เมื่อผู้เรียนจะนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

2) บทบาทของผู้เรียน การเรียนรู้ตามทฤษฎีนี้ผู้เรียนมีบทบาทในฐานะเป็นผู้ปฏิบัติและสร้างความรู้ไปพร้อม ๆ กันด้วยตัวของเขาเอง สำหรับบทบาทที่ผู้เรียนควรจะแสดงออกให้เห็นอย่างชัดเจนซึ่ง ได้แก่

2.1) มีความยินดีร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ทุกครั้งด้วยความสมัครใจและเต็มใจ แสดงให้เห็นได้จากการร่วมมือและมีส่วนร่วมทุกครั้งในการทำกิจกรรมต่าง ๆ

2.2) สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง รู้จักแสวงหาความรู้จากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ที่มีอยู่ด้วยตนเอง

2.3) ตัดสินปัญหาต่าง ๆ ด้วยเหตุและผลด้วยความมั่นใจ

2.4) มีความรู้สึกและความคิดเป็นของตนเอง

2.5) สามารถวิเคราะห์พฤติกรรมของตนเองและผู้อื่นได้

2.6) มีความกระตือรือร้นและมีความอยากรู้อยากเห็นสิ่งใหม่ๆ เสมอ

4. การประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ การเรียนรู้ที่ดีเกิดจากการสร้างพลังความรู้ในตนเองและด้วยตนเองของผู้เรียนหากผู้เรียนมีโอกาสดำเนินการสร้างความคิดและพัฒนาความคิดของตนเองไปสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสมจะทำให้ความคิดนั้นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจนและเมื่อผู้เรียนสร้างสิ่งมดสิ่งหนึ่งขึ้นมาในโลกจึงเป็นการสร้างความรู้ขึ้นในตนเอง โดยจะมีความหมายต่อผู้เรียนจะอยู่คงทนทำให้ผู้เรียนไม่ลืมง่ายสามารถถ่ายทอดให้ผู้อื่นเข้าใจความคิดของตนได้ดีเป็นฐานให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ต่อไปอย่างไม่มีการสิ้นสุด

วุทธิศักดิ์ โภชนกุล (2560, Online) ได้รวบรวมไว้ว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism) หลักการในการสร้างความรู้ด้วยตนเองในการออกแบบชิ้นงานมีดังนี้

1. การเรียนรู้ที่ดีเกิดจากการสร้างพลังความรู้ในตนเองด้วยตนเองของผู้เรียน
2. ผู้เรียนที่มีโอกาสได้สร้างความคิดและนำความคิดของตนเองไปสร้างชิ้นงาน โดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสม จะให้เห็นความคิดนั้นเป็นรูปธรรม
3. การสร้างความรู้ในตนเองของผู้เรียน เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนสร้างสิ่งใดสิ่งหนึ่งขึ้นมา
4. ความรู้ที่ผู้เรียนสร้างขึ้น จะเป็นความรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียน มีความคงทน ไม่ลืมง่าย และและสามารถถ่ายทอดให้คนอื่นเข้าใจความคิดของตนเองได้ดี
5. ความรู้ที่ผู้เรียนสร้างขึ้น จะเป็นฐานให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ต่อไปอย่างไม่

สิ้นสุด

โดยการออกแบบชิ้นงานสามารถประยุกต์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

- 1) การใช้สื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการให้ผู้เรียนสร้างสาระการเรียนรู้และผลงานต่าง ๆ ด้วยตนเอง
- 2) การสร้างสภาพแวดล้อมที่มีบรรยากาศที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกตามความสนใจ
- 3) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำในสิ่งที่สนใจ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการคิด การทำ และการเรียนรู้ต่อไป
- 4) จัดสภาพแวดล้อมที่มีความแตกต่างกัน เพื่อประโยชน์ในการเรียนรู้ เช่น วัย ความถนัด ความสามารถ และประสบการณ์
- 5) สร้างบรรยากาศที่มีความเป็นมิตร
- 6) ครูต้องทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้แก่ผู้เรียน
- 7) การประเมินผลการเรียนรู้ต้องประเมินทั้งผลงานและกระบวนการ
- 8) ใช้วิธีการที่หลากหลายในการประเมิน เช่น การประเมินตนเอง การประเมินโดยครูและเพื่อน การสังเกต การประเมินโดยแฟ้มสะสมงาน

จากการศึกษาทฤษฎีในการออกแบบชิ้นงาน สามารถสรุปได้ว่า การออกแบบชิ้นงานนั้นเป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการสร้างพลังความรู้ในตนเองด้วยผู้เรียนเอง โดยสามารถอาศัยสื่อสนเทศและเทคโนโลยีต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้เกิดรูปธรรมมากยิ่งขึ้น

2.2.2.7 ความหมายของการแก้ปัญหา

กู๊ด (Good, 1973) ได้ให้ความหมายไว้ว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ก็คือ การแก้ปัญหา นั่นเอง การแก้ปัญหาคือเป็นแบบแผนหรือวิธีดำเนินซึ่งอยู่ในสถานะที่มีความยากลำบาก ยุ่งยากหรืออยู่ในสถานะที่พยายามตรวจสอบข้อมูลที่หามาได้ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับปัญหา มีการตั้งสมมุติฐาน และมีการตรวจสอบสมมุติฐานภายใต้การควบคุม มีการรวบรวมเก็บข้อมูลจากการทดลองเพื่อหา ความสัมพันธ์ที่จะทดแทนสมมุติฐานนั้นว่าเป็นจริงหรือไม่

ประสาท อิศรปริดา (2523, น.185) ได้ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหาว่า เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยสติปัญญาและความคิด รวมทั้งรูปแบบพฤติกรรมที่ซับซ้อนต่าง ๆ อันเป็นผลมาจากพัฒนาการทางสติปัญญา โดยการคิดแก้ปัญหานั้นจะต้องมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับสติปัญญา ด้วย

กมลรัตน์ หล้าสว่างค์ (2528, น.259) ได้อธิบายการแก้ปัญหาว่า เป็นการใช้ประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อมมาแก้ไขปัญหาใหม่ที่ประสบ

อูญิย์ โปธิสุข และคณะ (2544, น.43) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการแก้ปัญหาว่า เป็นกระบวนการทำงานที่สลับซับซ้อนของสมองที่ต้องอาศัยสติปัญญา ทักษะ ความรู้ ความเข้าใจ ความคิด การรับรู้ ความชำนาญ รูปแบบ พฤติกรรมต่าง ๆ ประสบการณ์เดิมทั้งทางตรงสอนและทางอ้อมใช้กลยุทธ์และจินตนาการ เพื่อหาแนวปฏิบัติให้ปัญหานั้นหมดสิ้นไป บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ และการได้มาซึ่งความรู้ใหม่

อภิรดี สีนวล (2547, น.2) การแก้ปัญหาว่า หมายถึง กระบวนการทำงานของสมองซึ่งต้องอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมมาช่วยในการพิจารณาโครงสร้างของปัญหา ตลอดจนการหาแนวทางปฏิบัติเพื่อให้ปัญหานั้นหมดไปและบรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551, น.145) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาว่า หมายถึง การคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างพินิจพิเคราะห์สิ่งต่าง ๆ ที่เป็นประเด็นสำคัญของเรื่องหรือสิ่งต่าง ๆ ที่คอยก่อกวน สร้างความรำคาญ สร้างความยุ่งยากสับสนและความวิตกกังวล พยายามหาหนทางคลี่คลาย สิ่งเหล่านั้นให้ปรากฏ และหาหนทางขจัดปัดเป่าสิ่งที่เป็นปัญหาก่อความรำคาญ วิตกกังวล ความ ยุ่งยาก สับสนให้หมดไปอย่างมีขั้นตอน

เพียร์เจย์ (Piaget, 1962, p.120) ได้อธิบายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาคือตามทฤษฎีทางด้าน พัฒนาการในแง่ที่ว่า ความสามารถด้านนี้เริ่มพัฒนามาตั้งแต่ขั้นที่ 3 คือ Stage of Concrete Operation เมื่อเด็กมีอายุประมาณ 7-8 ปี จะเริ่มแก้ปัญหาแบบง่าย ๆ ภายในขอบเขตจำกัด ต่อมาถึง ระดับพัฒนาขั้นที่ 4 คือ Stage of Formal Operation เด็กมีอายุประมาณ 11-14 ปี จะมีความสามารถ ในการคิด

หาเหตุผลดีขึ้นและสามารถคิดแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ โดยเด็กสามารถเรียนรู้ในสิ่งที่ป็นนามธรรมชนิด สลับซับซ้อนได้

การ์เย่ (Gagne, 1970, p.63) ได้อธิบายถึง ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาว่าเป็น รูปแบบการ เรียนรู้อย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกันตั้งแต่สอง ประเภทขึ้นไป และใช้หลักการนั้นผสมผสานกันจนเป็นความสามารถชนิดใหม่ที่เรียกว่า ความสามารถ ทางด้านการคิดแก้ปัญหา โดยการเรียนรู้ประเภทหลักการนี้ ต้องอาศัยหลักการเรียนรู้ประเภทสั่งกั๊ป ซึ่ง หมายถึงการเรียนรู้อีกประเภทหนึ่งที่ต้องอาศัยความสามารถในการมองเห็นลักษณะที่สัมพันธ์ กันของ สิ่งเร้าทั้งหมด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, น.186) กล่าวถึง ทักษะในการ แก้ปัญหาไว้ว่า เป็นการเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาให้ถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งมีขั้นตอน 4 ขั้นตอนได้แก่ การ วิเคราะห์และกำหนดรายละเอียดของปัญหา การเลือกเครื่องมือ และการออกแบบขั้นตอน วิธีในการ แก้ปัญหาการดำเนินการแก้ปัญหา และการตรวจสอบและปรับปรุง

จากเอกสารที่ได้ศึกษา สามารถสรุปได้ว่า ทักษะการแก้ปัญหาเป็นความสามารถของบุคคล ในการคิดแก้ปัญหา โดยอาศัยการคิดจากการเรียนรู้จากประสบการณ์เดิมและมีการเลือกใช้วิธีการ แก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ เพื่อให้บรรลุจุดหมายที่ต้องการ

2.2.2.8 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญหา

1. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจท์ (Piaget) เพียเจท์ได้ศึกษาพัฒนาการทางด้าน สติปัญญาของเด็กตั้งแต่แรกเกิดจนถึงวัยที่มีพัฒนาการทางสติปัญญาที่สมบูรณ์ เพียเจท์เชื่อว่า เด็กจะ เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ รอบตัว โดยอาศัยขบวนการ ทำงานที่สำคัญของโครงสร้างทางสติปัญญา คือ ขบวนการ ปรับเข้าสู่โครงสร้าง (Assimilation) จะทำหน้าที่รับข้อมูลเข้ามาตีความหมายเท่าที่ระดับสติปัญญาจะ รับรู้ได้ โดยนำสิ่งใหม่มาปรับให้เข้ากับความรู้เดิมที่มีอยู่ ถ้าข้อมูลใหม่ที่รับเข้ามานั้นแตกต่างจากข้อมูล เดิมมากก็จะไม่สามารถเข้าใจข้อมูล ใหม่ได้หมด จึงต้องปรับข้อมูลก่อนรับเข้าไปในโครงสร้างทาง ความคิด ส่วนการปรับขยาย โครงสร้าง (Accommodation) เป็นการปรับ โครงสร้างที่มีอยู่แล้วภายในให้ เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ โดยปรับ โครงสร้างทางความคิดให้เหมาะกับประสบการณ์ที่จะรับเข้าไป โดยได้ แบ่งลำดับขั้นของพัฒนาการทางสติปัญญาเป็น 4 ขั้น คือ

1) ระยะเวลาการแก้ปัญหาด้วยการกระทำ (Sensorimotor Stage) พัฒนาการขั้นนี้เริ่ม ตั้งแต่ แรกเกิดถึง 2 ปี เด็กจะเกิดการเรียนรู้จากประสาทสัมผัส เด็กมักจะหยิบจับวัตถุมาลูบคลำ หรือ เตะ ฯลฯ ในขั้นนี้ความคิดความเข้าใจของเด็กจะก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เช่น สามารถประสานงาน ระหว่าง

กล้ำมเนื้อมือและสายตา สามารถรู้ว่าสสารไม่หายไปจากโลก สามารถค้นหาวัตถุที่เปลี่ยนที่ ไปตลอดจนสามารถ สื่อสารโดยใช้ภาษาได้ เด็กวัยนี้ชอบทำอะไรบ่อย ๆ ซ้ำ ๆ เป็นการเลียนแบบ พยายามแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูก เมื่อสิ้นสุดระยะนี้เด็กจะมีการแสดงออกของพฤติกรรมอย่างมี จุดมุ่งหมาย และสามารถแก้ปัญหาโดยเปลี่ยนวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้ได้สิ่งที่ต้องการ แต่ความสามารถ ในการวางแผนของเด็กยังอยู่ในขีดจำกัด

2) ระยะการแก้ปัญหาด้วยการรับรู้และยังไม่รู้จักใช้เหตุผล (Proportional Stage) ระยะนี้อยู่ในช่วงอายุประมาณ 2-7 ปี ซึ่งแบ่งออกเป็นขั้นย่อย ๆ อีก 2 ขั้น คือ ในช่วงอายุ 2-4 ปี เป็นช่วงที่เด็กเริ่มมีเหตุผลเบื้องต้น สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่าง 2 เหตุการณ์หรือมากกว่ามาเป็นเหตุผลการเกี่ยวโยงซึ่งกันและกันได้ แต่เหตุผลของเด็กวัยนี้ยังมีขอบเขตจำกัด เพราะเด็กยังยึด ตนเองเป็นศูนย์กลาง คือยึดความคิดของตนเองเป็นใหญ่ และมองไม่เห็นเหตุผลของคนอื่น ความคิด และเหตุผลของเด็กวัยนี้จึงไม่ค่อยถูกต้องกับหลักความเป็นจริง ในช่วงที่ 2 ของระยะนี้อยู่ในช่วงอายุ ประมาณ 4-7 ปี เด็กจะมีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ รอบตัวดีขึ้น รู้จักแยกแยะชิ้นส่วนของ วัตถุ เริ่มมีการพัฒนาการเกี่ยวกับการอนุรักษ์ แต่ยังไม่แจ่มชัด รู้จักแบ่งพวก แต่ยังคิดหรือตัดสินผล ของการกระทำต่าง ๆ จากสิ่งที่เห็นภายนอกเท่านั้น

3) ระยะแก้ปัญหาด้วยเหตุผลกับสิ่งที่เป็นรูปธรรม (Concrete-Operation Stage) อยู่ในช่วงอายุ 7-11 ปี เป็นระยะที่เด็กเข้าใจความคิดของผู้อื่นได้ดี เพราะเด็กเริ่มลดความคิดยึดตนเอง เป็นศูนย์กลาง โดยเริ่มนำเอาเหตุผลรอบ ๆ ตัวมาคิดประกอบในการตัดสินใจหรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน เด็กวัยนี้สามารถคิดทบทวนกลับได้ นอกจากนี้ความสามารถในการจำของเด็กในช่วงอายุนี้นี้มีประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถจัดกลุ่มหรือจัดพวกได้อย่างสมบูรณ์สามารถสนทนากับบุคคลอื่น และเข้าใจความคิดของผู้อื่นได้ดี

4) ระยะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผลกับสิ่งที่เป็นนามธรรม (Formal-Operation) อยู่ในช่วงอายุ 11 ปีขึ้นไป ขั้นนี้จะเป็นขั้นสุดท้ายของการพัฒนาทางสติปัญญาของเด็ก เพียเจท์เชื่อว่า ความคิดความเข้าใจของเด็กในขั้นนี้จะเป็นขั้นที่สมบูรณ์ที่สุด คือเด็กจะสามารถคิดได้แม้สิ่งนั้นไม่ ปรากฏให้เห็น สามารถตั้งสมมติฐานและพิสูจน์ได้ สามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยมีการคิดก่อนแก้ปัญหา นั้น ๆ สามารถเข้าใจสูตรหรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ได้ดี พัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กวัยนี้จะเจริญเติบโตเต็มที่เช่นเดียวกับผู้ใหญ่ แต่อาจมีการตัดสินใจแก้ปัญหาต่างจากผู้ใหญ่อยู่บ้าง เพราะมีประสบการณ์น้อยกว่า

2. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์ (Jerome Bruner) ทฤษฎีของบรูเนอร์มีส่วนคล้ายคลึงกับทฤษฎีของเพียเจต์ค่อนข้างมาก โดยบรูเนอร์ เน้นที่ความสำคัญของสิ่งแวดล้อมและวัฒนธรรมว่ามีอิทธิพลต่อการพัฒนาสติปัญญาและความคิดของเด็ก และได้เสนอแนวคิดใหม่ ๆ ได้แก่ หลักสูตรแบบเกลียว (Spiral Curriculum) และการเรียนรู้จากการค้นพบด้วยตนเอง (Discovery Learning) เป็นต้น บรูเนอร์ ได้แบ่งการพัฒนาทางสติปัญญาออกเป็น 3 ชั้น คือ

1) ชั้นเรียนรู้จากการกระทำ (Enactive Stage) ชั้นนี้เปรียบได้กับขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (Sensorimotor Stage) ของเพียเจต์ เป็นขั้นที่เด็กเรียนรู้จากการกระทำ (Learning by Doing) มาก ที่สุด

2) ชั้นเรียนรู้จากความคิด (Iconic Stage) ชั้นนี้เปรียบได้กับขั้นก่อนปฏิบัติการคิด (Preoperational Stage) ซึ่งจะครอบคลุมขั้นก่อนปฏิบัติการคิด (Preconceptual Thought) และขั้นนี้ก็ออกเองโดยไม่ต้องใช้ เหตุผล ในวัยนี้เด็กเกี่ยวข้องกับความจริงมากขึ้น โดยจะเกิดจากความคิดการรับรู้เป็นส่วนใหญ่ อาจจะมีจินตนาการบ้าง แต่ยังไม่สามารถคิดได้ลึกซึ้งเหมือนขั้นปฏิบัติการคิดรูปธรรมของเพียเจต์

3) ชั้นเรียนรู้สัญลักษณ์และนามธรรม (Symbolic Stage) เป็นพัฒนาการขั้นสูงสุดของบรูเนอร์ เปรียบได้กับขั้นปฏิบัติการ คิดด้วยรูปธรรม (Concrete Operation) ของเพียเจต์ ชั้นนี้เด็กจะสามารถเข้าใจความสัมพันธ์ของ สิ่งของ สามารถคิดรวบยอด หรือสังเกตในสิ่งต่าง ๆ ที่ซับซ้อนได้มากขึ้น ฝึกทักษะการแก้ปัญหาให้กับนักเรียน ซึ่งควรคำนึงถึงองค์ประกอบที่กล่าวมาด้วย นอกจากนี้ครูควรให้นักเรียนรู้จักการใช้ข้อมูลหรือประสบการณ์ต่าง ๆ หลากหลายวิธีมาใช้ในการแก้ปัญหา เปิดโอกาสให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาอย่างอิสระซึ่งจะทำให้ให้นักเรียนพัฒนาทักษะ ด้านนี้ได้ดียิ่งขึ้น

3. ทฤษฎีสนาม (Field theory) ผู้ตั้งทฤษฎีการเรียนรู้คือ โคห์เลอร์ เป็นนักจิตวิทยา โดยกล่าวว่า การเรียนรู้หรือการแก้ปัญหาใด ๆ ก็ตาม นักเรียนก็จะพิจารณาสิ่งเร้าหรือโครงสร้างของปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ทุก ๆ ส่วนเป็นลำดับแรก จากนั้นผู้เรียนจะแยกปัญหาดังกล่าวออกเป็นชิ้น ๆ หรือเป็นส่วน ๆ เพื่อหาความสัมพันธ์ของส่วนย่อยต่าง ๆ เหล่านั้นซึ่งความสัมพันธ์ที่ค้นพบทีหลังนี้ จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยหาช่องทางที่จะแก้ปัญหาดังกล่าว โดยการค้นพบนั้นจะเป็นการหยั่งรู้ เกิดการเรียนรู้และความเข้าใจต่อปัญหาดังกล่าวอย่างชัดเจนแจ่มแจ้ง บางครั้งมีผู้เรียกทฤษฎีนี้ว่า ทฤษฎีแห่งความเข้าใจความเข้าใจ

4. แนวคิดของกาเย่ (Gagne) ได้ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการสอนไว้ว่า ในการจัดการเรียนการสอน ผู้สอนต้องสอนให้ผู้เรียนได้ทั้งเนื้อหาและกระบวนการ โดยการจัดสภาพเงื่อนไขของการเรียนรู้ (Condition of learning) ให้มีลักษณะเป็นชิ้นของงานการเรียนรู้ (Learning task) ที่ผู้เรียนต้องกระทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ผู้สอนได้วางไว้ตามแนวคิดของการ์เย่นั้น นักเรียนจะมีลำดับการเรียนรู้ 8 ขั้น ดังนี้

1) การเรียนรู้โดยสัญญาณ (Signal learning) ถือเป็นการเรียนรู้ขั้นพื้นฐานและง่ายที่สุด เป็นวิธีการเรียนรู้ที่เกิดจากการโต้ตอบโดยอัตโนมัติต่อสิ่งเร้าที่มากระทำ โดยไม่มีการคิดหรือไตร่ตรองล่วงหน้า

2) การเรียนรู้แบบตอบสนองต่อสิ่งเร้า (Stimulus – response Learning) เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการใช้ปัจจัยอื่น ๆ เป็นสิ่งเร้า เพื่อให้ได้พฤติกรรมหรือการเรียนรู้ที่ต้องการออกมา

3) การเรียนรู้แบบลูกโซ่ (Chaining) การเรียนรู้แบบลูกโซ่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองซึ่งเป็นการกระทำที่ไม่ใช้คำพูด เป็นการกระทำที่ประกอบด้วยลำดับความสัมพันธ์ต่อเนื่องอย่างเป็นลูกโซ่ของสิ่งเร้าและการตอบสนองหลายคู่ ซึ่งการตอบสนองครั้งแรกจะทำหน้าที่เป็นสิ่งเร้าของการตอบสนองครั้งที่ 2 และการตอบสนองครั้งที่ 2 จะทำหน้าที่เป็นสิ่งเร้าทำให้เกิดการตอบสนองครั้งที่ 3 ในครั้งต่อมาก็จะเป็นไปในทำนองเดียวกันเป็นทอด ๆ ต่อกันไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งการกระทำดังกล่าวเสร็จสิ้น

4) การเรียนรู้แบบเชื่อมโยงด้วยคำพูด (Verbal association) เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถ กราฟด้วยลำดับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนองติดต่อกันแบบลูกโซ่แต่เป็นการกระทำที่แสดงลำดับของการกระทำด้วยการใช้คำพูด

5) การเรียนรู้แบบจำแนก (Multiple discrimination) การเรียนรู้ในระดับนี้ ผู้เรียนจะสามารถจำแนกความแตกต่างของสิ่งของหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้โดยอาศัยความเหมือนหรือความแตกต่างของเหตุการณ์หรือวัตถุต่าง ๆ นั้นได้

6) การเรียนรู้แบบมโนคติ (Concept learning) เป็นการเรียนรู้ที่มีลักษณะคล้ายกับการเรียนรู้ในขั้นที่ 5 แต่มีรายละเอียดมากกว่า เป็นการเชื่อมโยงโดยนำเอาความรู้จากการจำแนกวัตถุหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ มาผสมผสานกันเกิดเป็นการเรียนรู้และเข้าใจในสิ่งที่พบใหม่

7) การเรียนรู้หลักการ (Principle learning) เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการนำเอาการเรียนรู้ในมโนคติข้อที่ 6 มาอย่างน้อย 2 มโนคติเชื่อมโยงความสัมพันธ์กัน แล้วทำเป็นหลักการใหม่ขึ้นมาจากพื้นฐานของมโนคติเหล่านั้น หลักการนี้บางครั้งอาจจะเรียกว่าเป็นกฎได้ โดยหลักการหรือกฎนี้สามารถนำไปอ้างอิงได้

8) การเรียนรู้แบบแก้ปัญหา (Problem solving) เป็นการเรียนรู้ที่จะนำเอาความรู้จากทุกระดับที่เรียนรู้มาก่อนหน้านี้มาใช้เพื่อแก้ปัญหาที่ประสบอยู่ การสร้างอุปกรณ์เครื่องมือที่อำนวยความสะดวกทุกอย่างเป็นการเรียนรู้ในระดับสูงของมนุษย์

จากการศึกษาเอกสารมีหลายทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญหา เช่น ทฤษฎีสนาม แนวคิดของเพียเจต์ แนวคิดของบรูเนอร์และแนวคิดของการ์เย โดยมนุษย์จะเรียนรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง และมีการแก้ปัญหาโดยแยกปัญหาออกเป็นส่วน ๆ โดยนำความรู้เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหา

2.2.2.9 กระบวนการของการแก้ปัญหา

เวียร์ (Weir, 1974, pp.16-18) ได้เสนอกระบวนการในการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน ซึ่งผู้คนส่วนใหญ่ให้การยอมรับ และใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาในการปฏิบัติที่ทำให้สามารถกำหนดระยะเวลาและวิธีการทำงานที่แน่นอนได้ดี ดังนี้

1. ขั้นตั้งปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกปัญหาภายในขอบเขตที่กำหนด
2. ขั้นนิยามสาเหตุของปัญหาโดยแยกแยะจากลักษณะที่สำคัญ หมายถึง ความสามารถในการบอกสาเหตุที่แท้จริงหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด
3. ขั้นค้นหาแนวทางแก้ปัญหาและตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา
4. ขั้นพิสูจน์คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการอภิปรายผลที่เกิดขึ้นหลังจากใช้วิธีการแก้ปัญหาว่าผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร

นอกจากนี้ เวียร์ ยังได้กล่าวถึงหลักการแก้ปัญหา (Perception for Problem Solution) ไว้ 6 ประการ ดังนี้

1. เริ่มต้นการวิเคราะห์ปัญหา ว่าคืออะไร ทบทวนสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหลายๆ ครั้ง จนกระทั่งได้รูปแบบที่ครอบคลุมเรื่องทั้งหมดต่อไป คือ การแยกแยะปัญหาที่แท้จริงสิ่งที่ปรากฏ ชัดเจน เห็นได้ง่าย จากนั้นนำไปโยงกับปัญหาใกล้เคียง ๆ ตัวเข้ากับปัญหาทั้งหมดซึ่งบางครั้งอาจเป็นส่วนหนึ่งเท่านั้นที่แฝงอยู่ในปัญหา หลักการในข้อนี้คือหาความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ย่อยๆ และ ความเหมาะสมของเหตุการณ์นั้น ๆ

2. การตัดสินใจในการนิยามปัญหา ซึ่งหลักการนี้จะช่วยคลี่คลายข้อสงสัยที่ติดอยู่ลักษณะปัญหาส่วนใหญ่ จะเป็นปัญหาเกี่ยวข้องกับเรื่องของการให้ความหมายของคำ (Semantic) บ่อยครั้งที่ใช้

เวลา มากกว่าครึ่งหนึ่งของการแก้ปัญหา คือ การให้ความหมายที่ค้ำึงถึงความเหมาะสมของข้อความมากกว่า ความเป็นจริงสามารถหลีกเลี่ยงปัญหานี้ได้ โดยการสร้างนิสัระมัดระวังนิยามความหมายของคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

3. การเรียบเรียงเหตุการณ์ต่าง ๆ ของปัญหา ผู้ศึกษาอาจพบว่ามี ความยุ่งยากในการ ตัดสินใจ ในความสัมพันธ์ของปัญหา เช่น ปัญหา ก และ ข ว่าอะไรมีความสัมพันธ์สูงกว่ากัน เมื่อ ได้รับข้อมูล ก น้อยกว่า ข และข้อมูล ก มากกว่า ค จะเห็นว่าความยุ่งยากจะเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย เท่านั้นหากนำปัญหานั้น ๆ จัดให้อยู่ในแบบของตรรกศาสตร์ ซึ่งเทียบได้เท่ากับ ข มากกว่า ก และ ก มากกว่า ค

4. ถ้าพบว่าไม่มีทางหาคำตอบจากวิธีการเดิมให้หาวิธีการใหม่ โดยการไตร่ตรอง หนทางที่เป็นไปได้และกำหนดตัวเลือกจากหนทางที่เป็นส่วนใหญ่ ๆ ของปัญหาทั้งหมด ถ้ามีตัวเลือกมากก็จะสามารถหาหนทางแก้ไขปัญหาให้ดีขึ้นได้

5. ให้หยุดพักเมื่อพบอุปสรรค เป็นวิธีการแก้ปัญหาที่ดีเพราะบ่อยครั้งปัญหาวิ่งเข้ามาหาโดยที่ตัวเราไม่ได้ไปเกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น ๆ เลย ซึ่งความคิดใหม่อาจจะเกิดขึ้นในขณะที่กำลังอาบน้ำ หรือ โกงหนวด ซึ่งมักพูดเสมอถึงเรื่อง 3 Bs ซึ่งได้แก่ Bus, Bath และ Bed เป็นสถานการณ์ที่เราค้นพบ สิ่งที่ยิ่งใหญ่ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้

6. ปรึกษาปัญหากับผู้อื่น ควรมีการอภิปรายกับบุคคลอื่น ๆ ซึ่งจะทำให้เกิดแนวคิดต่าง ๆ ที่อาจมองข้ามไป ซึ่งการอภิปรายปัญหาตลอดจนวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ นี้จะช่วยในการแก้ปัญหาได้สำเร็จยิ่งขึ้น โดยทั่วไปหลักการเหล่านี้สามารถลดลง เหลือเพียง 2 ประการ คือ พิจารณาปัญหาก่อนที่จะลงมือปฏิบัติ หรือหาวิธีการทดลองอื่น ๆ ถ้าพบว่ากำลังติดอยู่ในอุปสรรคที่แก้ไขไม่ได้ เพื่อปรับปรุงช่องทางในการแก้ปัญหา ควรเปิดใจกว้างเพื่อรับความคิดเห็นใหม่ ๆ และอย่ามัวเสียเวลากับการทำอะไรเดิม ๆ ซ้ำ ๆ เมื่อสิ่งเหล่านั้นมองไม่เห็นทางสำเร็จ

กิลฟอร์ด (กิลฟอร์ด อ้างอิงจาก สุวิทย์ มูลคำ 2551, น.26) ได้กำหนดขั้นตอน ของกระบวนการแก้ปัญหาไว้ 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ เป็นขั้นของการตั้งปัญหาหรือค้นปัญหา
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา เป็นขั้นของการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา
3. ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา เป็นการหาวิธีแก้ปัญหา
4. ขั้นตรวจสอบผล เป็นการเสนอเกณฑ์เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์
5. ขั้นการนำไปประยุกต์ใหม่ เป็นการนำวิธีการที่ถูกต้องไปใช้ใน โอกาสข้างหน้า

จอห์น ดิวอี้ (John Dewey, 1976) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ดังต่อไปนี้

1. ขั้นเตรียมการ(Preparation) หมายถึง ขั้นการตั้งปัญหา หรือค้นหาว่าปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์คืออะไร หรือค้นหาข้อมูลที่แท้จริงของปัญหานั้น ๆ
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) หมายถึง ขั้นในการพิจารณาว่ามีสิ่งใดบ้างที่เป็นสาเหตุของปัญหาหรือมีสิ่งใดบ้างที่ไม่ใช่สาเหตุสำคัญของปัญหา
3. ขั้นในการเสนอแนวทางการแก้ปัญหา (Production) หมายถึง การหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหาแล้วเสนอออกมาในรูปของวิธีการ ในที่สุดจะได้ผลลัพธ์ออกมา
4. ขั้นตรวจสอบผล (Verification) หมายถึง ขั้นในการนำเสนอเกณฑ์เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีการแก้ปัญหาถ้าผลลัพธ์ไม่ถูกต้อง ต้องมีการเสนอวิธีการแก้ปัญหาใหม่จนกว่าจะได้วิธีการที่ดีหรือถูกต้องที่สุด
5. ขั้นการนำไปประยุกต์ใหม่ (Reapplication) หมายถึงการนำวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสข้างหน้าเมื่อพบเหตุการณ์คล้ายกับเหตุการณ์ที่เคยพบมาแล้ว

บลูม (Bloom,1976) ได้เสนอขั้นตอนของการแก้ปัญหาไว้ 6 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 เมื่อนักเรียนได้พบปัญหา นักเรียนจะคิดค้นสิ่งที่เคยพบเห็นและเกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 2 นักเรียนจะใช้ประโยชน์จากขั้นที่ 1 มาสร้างรูปแบบปัญหาขึ้นใหม่

ขั้นที่ 3 การแยกแยะของปัญหา

ขั้นที่ 4 การเลือกใช้ทฤษฎี หลักการ ความคิด และวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา

ขั้นที่ 5 การใช้ข้อสรุปของวิธีการมาแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 ผลที่ได้จากการแก้ปัญหา

โพลยา (Polya, 1957, p. 6-22) ได้เสนอขั้นตอนสำหรับการคิดแก้ปัญหาสรุปได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจในปัญหาพยายามเข้าใจประเด็นต่าง ๆ ในปัญหา สรุปวิเคราะห์และแปลความ ทำความเข้าใจให้ได้ว่าโจทย์ให้อะไรมาบ้าง และโจทย์ถามหาอะไร โดยในโจทย์มีข้อมูลที่เพียงพอหรือไม่

ขั้นที่ 2 การวางแผนในการแก้ปัญหา ให้แยกแยะปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อเป็นการสะดวกต่อการลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา และวางแผนว่าจะควรใช้วิธีการใดในการแก้ปัญหา เช่น การหารูปแบบของปัญหา การลองผิดลองถูกด้วยการทดลอง การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล ตลอดจนความคล้ายคลึงของปัญหาเดิมที่เคยทำมา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการลงมือทำตามแผน เป็นขั้นที่ดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ ถ้าขาดทักษะใดจะต้องเพิ่มเติมเข้าไปเพื่อจะได้ทำให้เกิดผลที่ดี ขั้นนี้จะรวมถึงการแก้ปัญหาพร้อมกันด้วย

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบวิธีการและคำตอบ เพื่อให้แน่ใจว่าแก้ปัญหาด้วย

จากเอกสารแนวคิดการศึกษาเกี่ยวกับหลักการและขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าว พบว่าทักษะการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการหรือกระบวนการที่เป็นระเบียบ แบบแผน มีเหตุผล มีขั้นตอนที่เหมาะสมเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาตามสาเหตุจากข้อมูลที่มีและสามารถวิเคราะห์ผลที่จะเกิดจากการใช้วิธีการแก้ปัญหานั้น ๆ ได้

ผู้วิจัยจึงได้เลือกขั้นตอนทักษะการแก้ปัญหามาใช้ 4 ขั้น คือ 1. ให้อธิบายปัญหา 2. หาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง 3. คิดวิธีแก้ปัญหานั้น ๆ 4. ตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ ซึ่งขั้นตอนการแก้ปัญหานี้ได้ผ่านการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง ซึ่งจะช่วยเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดี

2.2.2.10 การวัดและประเมินผลทางการแก้ปัญหา

สำนักทดสอบทางการศึกษา ได้เสนอเครื่องมือและวิธีการวัดที่จะใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหา ไว้ 4 ประเภทดังนี้ (กรมวิชาการ, 2539, 66- 74)

1. การสังเกต เป็นเครื่องมือที่ใช้ในระหว่างการสอนของครูซึ่งสะท้อน ความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน ช่วยให้เห็นการพัฒนาด้านการคิดของผู้เรียน การสังเกตการแก้ปัญหามี 2 วิธี คือ การสังเกตแบบไม่ได้ตั้งใจ เช่น เวลาที่ผู้เรียนตอบคำถามหรือในการทำงาน ผู้เรียนใช้กระบวนการแก้ปัญหาอย่างไร ผู้สอนต้องบันทึกพฤติกรรมของผู้เรียนไว้เป็นข้อมูลในการพิจารณา ส่วนการสังเกตอีกประเภทหนึ่ง คือ การสังเกตแบบตั้งใจ เป็นการสังเกตและบันทึกข้อมูลอย่างเป็นระบบ มีการจัดทำรายการและแบบฟอร์มการสังเกตไว้ล่วงหน้า ซึ่งช่วยให้สังเกตได้ตรงตาม พฤติกรรมที่ต้องการวัดให้มากขึ้น

2. การประเมินตนเอง หมายถึง การให้ผู้เรียนได้ประเมินตนเอง ว่ามีพฤติกรรม ในเรื่องการแก้ปัญหาอย่างไร เมื่อพบปัญหาใดปัญหาหนึ่ง ซึ่งการประเมินตนเองนี้จะสะท้อนให้เห็น การพัฒนากระบวนการแก้ปัญหของแต่ละคน

3. แบบสำรวจรายการ เป็นเครื่องมือที่ให้ผู้สอนสร้างขึ้น เพื่อใช้ประเมินพฤติกรรม ของผู้เรียนในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเก็บข้อมูลที่เป็นกระบวนการที่มีการแบ่งแยกการกระทำหรือการแสดงออกต่าง ๆ ให้อย่างชัดเจน

4. แบบทดสอบข้อเขียน การทดสอบข้อเขียนเป็นเครื่องมือที่สะท้อนให้เห็นถึง ความสามารถในการแก้ปัญหของผู้เรียนว่าเป็นอย่างไร ผู้สอนต้องกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้

ผู้เรียนได้แก้ปัญหา มีการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละขั้นตอน ตั้งแต่ขั้นแรกจนถึงขั้นสุดท้ายว่าจะให้ขั้นตอนละกี่คะแนน

ศุภัญญา ยุติธรรมนันท์ (2539, น.12) ได้กล่าวว่า การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาควรมีลักษณะดังนี้

1. ปัญหาที่นำมาใช้ถามควรเป็นปัญหาที่สำคัญและเป็นปัญหาเกิดขึ้นได้ซ้ำ ๆ
2. กำหนดปัญหาให้มีทางเลือกหรือวิธีการแก้หลายวิธี
3. กำหนดรูปแบบของคำถามที่ให้นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลได้
4. กำหนดคำถามให้ความเชื่อมโยงความคิดในหลาย ๆ ด้าน และสรุปได้ทั่ว ๆ ไป

ทิพวรรณ มูลทองชุน (2535) ได้พัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่เรียกว่า แบบทดสอบเอ็ม อี คิว เป็นเครื่องมือที่ใช้ประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาในกรณีที่ใช้สถานการณ์จริงไม่ได้ โดยเสนอเป็นกรณีศึกษาตามลำดับเหตุการณ์แล้วมีคำถามที่เป็นปลายเปิดแทรกเป็นระยะ ๆ โดยผู้ตอบต้องตอบในหน้านั้นและไม่อนุญาตให้เปิดไปดูในหน้าถัดไปหรือกลับไปทำหน้าเดิม ซึ่งลักษณะของแบบสอบเอ็ม อี คิว ของมหาลัษณินิวคลาสเซิล มี 3 ประการดังต่อไปนี้

1. เป็นคำถามปลายเปิด โดยให้ผู้ตอบให้เหตุผลสนับสนุน
2. จะต้องบริหารเวลาในการตอบให้พอเหมาะ ไม่ต้องไปย้อนกลับไปทำในข้อที่ผ่านมาแล้ว
3. ตรวจให้คะแนนยึดโมเดลคำตอบและเกณฑ์ความสามารถในการเรียนรู้ (Mandatory Level of Competence : MLC)

Level of Competence : MLC)

โดยกำหนดว่าตอบแบบไหนให้ผ่านได้ 1 คะแนน ตอบแบบไหนไม่ให้ผ่านได้ 0 คะแนน แล้วนำคะแนนมารวมทั้งหมด จึงถือว่าผ่าน

จากการศึกษาขั้นตอนการประเมินการแก้ปัญหานั้นจะมี 4 ประเภท การประเมินแบบสังเกต การประเมินตนเอง แบบสำรวจรายการ และแบบทดสอบข้อเขียน จะเน้นการศึกษาข้อมูลให้ตรงตามผู้ถูกประเมินมากที่สุด

2.2.2.11 ความหมายของการทำงานเป็นทีม

จินตนา ณ ระยอง (2545, น.161) กล่าวว่า การทำงานเป็นทีม หมายถึง การที่ทุกคนภายในทีมมีการประสานงานร่วมมือร่วมใจกันทำงานอย่างราบรื่น เพื่อจะได้แสดงถึงบทบาทและหน้าที่ของตนได้อย่างชัดเจน

ณัฐพันธ์ เขจรนันท์ และคณะ (2546, น.178) ให้ความหมายว่า ทีม หมายถึง คนกลุ่มเล็กๆ ที่มีทักษะการทำงานที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นทักษะที่เติมเต็มซึ่งกันและกัน และมีเป้าหมายในการ

ทำงานร่วมกัน โดยสมาชิกในทีมทุกคนต่างก็มีส่วนรับผิดชอบต่อเป้าหมายของทีมร่วมกัน นอกจากนี้การทำงานเป็นทีมยังต้องอาศัยการประสานงานระหว่างสมาชิกในระดับสูงด้วย

สุนันทา เลาหนันท์ (2551, น.23) ได้ให้ความหมายว่า ทีม หมายถึง กลุ่มของบุคคล ที่ ทำงานร่วมกัน มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างสมาชิกในกลุ่ม ช่วยกันทำงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมายเดียวกัน อย่างมีประสิทธิภาพ และผู้ร่วมทีมต่างมีความพอใจในการทำงานนั้น

มัลลิกา วิชชุกรองครัต (2553, น.26) ให้ความหมายไว้ว่า การทำงานเป็นทีม หมายถึง การที่บุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไปมาร่วมกันทำกิจกรรม โดยมีเป้าหมายเดียวกัน เพื่อเป็นการสนับสนุนช่วยเหลือและใช้ทักษะประสบการณ์ร่วมกันอย่างเต็มความสามารถ โดยมีการประสานงานอย่างดีเพื่อแก้ไขปัญหาต่าง ๆ และพัฒนาเพื่อให้บรรลุเป้าหมายสูงสุดของทีมได้

จากเอกสารที่ผู้วิจัยได้ศึกษา การทำงานเป็นทีมสามารถพัฒนาได้ทั้งการสื่อสารและความร่วมมือ แลกเปลี่ยนประสบการณ์และความคิดเห็นต่าง แก้ปัญหาต่าง ๆ โดยแต่ละบุคคลมีความสามารถที่แตกต่างกันหรือคล้ายคลึงกันจึงทำให้ประสบผลสำเร็จในการทำงานร่วมกัน

ปาร์คเกอร์ (2007) ได้อธิบายคุณลักษณะ 12 ประการ ของทีมงานที่มีประสิทธิภาพแนวใหม่ ดังนี้

1. มีความชัดเจนของวัตถุประสงค์ (Clear sense of purpose) สมาชิกของทีมงานจะต้องกำหนดวิสัยทัศน์ร่วมกัน เพื่อจะได้กำหนดแนวทาง ในการปฏิบัติงานให้เหมาะสมที่สุด และก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อองค์กร โดยสมาชิกของทีมงานควรจะมีบทบาทสำคัญในการกำหนดวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนร่วมกัน ดังนี้

1.1 สนับสนุนให้สมาชิกของทีมงานกำหนดวิสัยทัศน์ร่วมกัน รวมไปถึงการกำหนดพันธะกิจ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายตามที่ต้องการ โดยจะต้องทำงานทบทวนวิสัยทัศน์นั้นเป็นระยะ ๆ

1.2 จัดทำตารางกิจกรรม และภารกิจหลัก เพื่อเป็นกรอบในการทำงาน

1.3 ทำให้ทุกคนมีความมั่นใจ มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมต่าง ๆ

1.4 สร้างแรงจูงใจเพื่อช่วยในการผลักดันไปให้ถึงวัตถุประสงค์ เป้าหมายที่ตั้งไว้

2. บรรยากาศการทำงานที่ปราศจากการทำงานที่เคร่งคัด (Informal climate) การทำงานเป็นไปอย่างเรียบง่าย ไม่เป็นทาง เป็นกันเอง จะทำให้เกิดการไม่มีที่ท่าว่าจะเบื่อหน่ายการทำงาน เมื่อถึงเวลาทุกคนมาจะมาร่วมกันทำงานอย่างพร้อมเพรียงกันด้วยใบหน้าที่ยิ้มแย้มแจ่มใส มีความกระตือรือร้น สมาชิกของทีมงานสามารถช่วยเสริมสร้างบรรยากาศการทำงานที่ไม่เป็นทางการได้ดังนี้

- 2.1 เตรียมสิ่งของจำเป็นสำหรับทีมงานอย่างครบถ้วน
- 2.2 เมื่อทีมงานประสบความสำเร็จ ร่วมแสดงความยินดีด้วยความเต็มใจ
- 2.3 มีการแนะนำให้สมาชิกในทีมรู้จักกัน เพื่อช่วยให้มีความใกล้ชิดสนิทสนมกัน
- 2.4 อาจจะมีการลดความตึงเครียดโดยใช้อารมณ์ขันในการทำงาน

3. การมีส่วนร่วม (Participation) สมาชิกของทีมงานควรมีบทบาท ในการมีส่วนร่วมใน การทำงาน โดยเข้าร่วมในกิจกรรมและการอภิปรายต่าง ๆ อย่างมีคุณภาพ ซึ่งการมีส่วนร่วมนี้อาจ แสดงออกให้รับรู้ทางวาจา หรือท่าทางเช่น การพยักหน้า การจดบันทึก หรือทีมงานมีการเตรียมการ ประชุมร่วมกัน โดยแบ่งหน้าที่การทำงาน เช่น สมาชิกของทีมงานบางคนจัดเตรียมห้องประชุมด้าน อุปกรณ์ไมโครโฟน เทปบันทึกเสียง ฯลฯ ทั้งนี้การมีส่วนร่วมของทีมงานสามารถปรับปรุงให้มี ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ดังนี้

- 3.1 จัดการมีส่วนร่วมเฉพาะกิจกรรมหรือเรื่องที่กำลังพิจารณาเท่านั้น
- 3.2 แทรกแซงเมื่อการมีส่วนร่วมไม่เกี่ยวข้องกับงานที่ดำเนินการ
- 3.3 สนับสนุนและช่วยให้สมาชิกทีมงานที่นิ่งเฉยได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น
- 3.4 กล่าวพูดและกล้าแสดงออกเมื่อความคิดเห็นที่แตกต่างจากสมาชิกส่วนใหญ่ของ

ทีมงาน

4. การรับฟังซึ่งกันและกัน (Listening) สมาชิกตั้งใจฟังการแสดงความคิดเห็นของคนอื่น อย่าง ตั้งใจคิดพิจารณาไตร่ตรองถึงสิ่งที่ได้รับฟังและสงวนท่าทีที่จะวิพากษ์วิจารณ์ในการนี้สมาชิกของ ทีมงานสามารถส่งเสริมการรับฟัง ซึ่งกันและกันได้สรุปได้ดังนี้

- 4.1 สงวนคำวิพากษ์วิจารณ์และความคิดเห็นต่าง ๆ ไว้ก่อน จนกว่าจะมีการนำเสนอ และ วิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดแล้ว
- 4.2 เต็มใจรับรู้ข้อมูลและความคิดเห็นต่าง ๆ แม้อาจจะไม่สอดคล้องกับภารกิจและ พันธกิจของทีมงาน
- 4.3 อธิบายความหมาย หรือ แปลความหมายเรื่องที่รับฟังให้สมาชิกของทีมงานเข้าใจ
- 4.4 สรุปและยอมรับความคิดเห็นที่แตกต่างกันของสมาชิกทีมงาน

5. ความไม่เห็นด้วยในทางบวก (Civilized disagreement) ในการทำงานร่วมกันสมาชิกของ ทีมงานทุกคนควรมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นของตนเอง แม้จะเป็นความคิดเห็นที่แตกต่างกับ สมาชิกคนอื่นก็ตาม ฉะนั้น เพื่อให้การทำงานเป็นทีมประสบความสำเร็จ สมาชิกของทีมงานจะต้อง สามารถสื่อสารความคิดเห็นที่แตกต่างกันเหล่านี้ให้สมาชิกคนอื่น ๆ ของทีมงานได้รับรู้การรับรู้ของ

สมาชิกเป็นลักษณะการยอมรับจุดต่างและแสดงจุดร่วม มีการมองว่าความหลากหลายต่าง ๆ เป็นจุดแข็งของทีมงาน สมาชิกต้องแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในทางบวก ทุกคนคิดตรงกันว่าหากมีโอกาสแสดงความคิดเห็นที่แตกต่างกัน จะนำไปสู่ความเป็นปึกแผ่นของทีมงานได้ในที่สุด โดยสมาชิกทีมงานสามารถสร้างบรรยากาศของการแสดงความไม่เห็นด้วยในทางบวกได้โดยวิธีต่อไปนี้

5.1 ใช้วิธีการวิเคราะห์ความคิดเห็นที่แตกต่างกันอย่างมีระบบ

5.2 สมาชิกมีความยืดหยุ่นและเปิดกว้างรับฟังความคิดเห็นทุกประเด็น

5.3 ใช้อารมณ์ขันแทรกแซงการแสดงปฏิกิริยาที่เป็นศัตรู

5.4 ยอมรับท่าทีที่สงบถ้าความคิดเห็นที่นำเสนอไม่ได้รับการยอมรับจากทีมงาน

6. ความเห็นพ้องกัน (Consensus) เป็นเทคนิคการหาข้อยุติเกี่ยวกับปัญหา ความคิดหรือการตัดสินใจซึ่งแสดงออกถึงความมีสมานฉันท์และความมีเอกภาพของทีมงาน แต่ต้องไม่ได้มาจากการออกคะแนนเสียง สมาชิกไม่จำเป็นต้องเห็นพ้องด้วยกับเรื่องต่าง ๆ อย่างเป็นเอกฉันท์อาจจะมีสมาชิกบางคนอาจไม่เห็นด้วยกับข้อสรุปสุดท้าย แต่สามารถยอมรับได้และเต็มใจที่จะรับกติกาปฏิบัติตามมติของทีมงาน ความเห็นพ้องจะทำได้ง่ายขึ้นถ้าสมาชิกทีมงานมีลักษณะดังนี้

6.1 รับฟังเหตุผลและแสวงหาข้อมูลในการตัดสินใจ

6.2 ไม่สนับสนุนการใช้เสียงข้างมากโดยวิธีลงคะแนนเสียง

6.3 สรุปและทดสอบการตัดสินใจของกลุ่มเป็นระยะ ๆ

6.4 เต็มใจที่จะปฏิบัติตามความเห็นพ้องกันของทีมงาน ถึงแม้ว่าจะไม่เห็นด้วยก็ตาม

7. การสื่อสารที่เปิดเผย (Open communication) เป็นการเจรจาติดต่อระหว่างทีมงานที่บรรยากาศจะเต็มไปด้วยความเปิดเผยจริงใจต่อกันมีความเชื่อมั่นและไว้วางใจซึ่งกันและกันสมาชิกทีมงานสามารถสนับสนุนให้มีการสื่อสารที่เปิดเผยโดย

7.1 แลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกันด้วยความจริงใจและเปิดเผย

7.2 เต็มใจและพร้อมที่จะช่วยเหลือสมาชิกผู้ต้องการความช่วยเหลือ

7.3 ได้รับความรู้สึกที่อึดอัดใจของสมาชิกและตอบสนองความรู้สึกนั้นในทางบวก

7.4 มีการพึ่งพาอาศัยกันและสมาชิกมีความผูกพันและรับผิดชอบต่อกัน

8. บทบาทและการมอบหมายงานที่ชัดเจน (Clear roles and work assignments) เป็น การมอบหมายงานที่ระบุไว้ในคำพรรณนาลักษณะงานบทบาทในที่นี้ไม่จำกัดเฉพาะภารกิจของงานเท่านั้น แต่จะรวมถึงความคาดหวังของบุคคลอื่นที่มีต่องานนั้นด้วย เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาของความขัดแย้งด้านบทบาท ทีมงานต้องมีกระบวนการวิเคราะห์ความชัดเจนของบทบาท เพื่อให้ทุกคนทุกฝ่ายได้มีความ

เข้าใจตรงกัน การกำหนดบทบาทและการมอบหมายงานที่ชัดเจนที่มีประสิทธิภาพจะเกิดขึ้นเมื่อสมาชิกปฏิบัติดังนี้

8.1 ผลักดันให้ทีมงานกำหนดมาตรฐานการปฏิบัติงานไว้ในระดับสูง

8.2 มีความเต็มใจปฏิบัติงานที่อยู่นอกเหนือบทบาทที่กำหนดไว้ในบางโอกาสเมื่อมีความจำเป็น

8.3 มั่นใจว่ามีการมอบหมายงานให้แก่ทีมงานอย่างเสมอภาค

8.4 มีการอภิปรายและต่อรองด้านบทบาทที่คาดหวังของสมาชิกแต่ละคนอย่างเปิดเผย

9. ภาวะผู้นำร่วม (Shared leadership) ภาวะผู้นำของทีมงานจะไม่จำกัดอยู่เฉพาะผู้นำที่เป็นทางการเท่านั้นแต่ทุกคนจะต้องมีภาวะผู้นำร่วมกล่าวคือ สมาชิกจะต้องแสดงออกซึ่งพฤติกรรมที่ส่งเสริมการทำงานและพฤติกรรมที่ธำรงรักษาความสัมพันธ์ของทีมงาน ซึ่งพฤติกรรมทั้งสองด้านจะช่วยให้การทำงานของทีมประสบผลสำเร็จบรรลุวัตถุประสงค์หรือ สามารถตัดสินใจแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

10. ความสัมพันธ์กับภายนอก (External Relations) สมาชิกต้องการความร่วมมือจากสมาชิกภายนอกเพราะบุคคลภายนอกจะให้ข้อมูลย้อนกลับด้านการปฏิบัติงานที่มีคุณค่าให้กับ ทีมงาน นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งทรัพยากรที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงาน เช่น งบประมาณ บุคลากร และ การประชาสัมพันธ์สมาชิกทีมงานสามารถช่วยทีมงานสร้างความสัมพันธ์ที่ดีกับภายนอกได้โดย

10.1 ปฏิบัติงานที่อยู่ในความรับผิดชอบของสายงานให้สมบูรณ์

10.2 ให้เกียรติและยกย่องความร่วมมือจากฝ่ายต่าง ๆ ที่ให้ความร่วมมือ ช่วยเหลืองานต่าง ๆ จนประสบความสำเร็จ

11. รูปแบบการทำงานที่หลากหลาย (Style diversity) ทีมงานที่มีประสิทธิภาพควรประกอบด้วยสมาชิกของทีมงานที่มีความสามารถ หรือมีแนวคิดในการทำงานที่แตกต่างกันออกไปอย่างน้อย 4 รูปแบบ คือ สมาชิกที่ยึดการทำงานเป็นหลัก สมาชิกที่ยึดเป้าหมายเป็นหลัก สมาชิกที่เน้นกระบวนการเป็นหลัก และสมาชิกที่มุ่งวิธีการเป็นหลัก จุดเน้นที่หลากหลายช่วยเสริมสร้างความแข็งแกร่งของทีม

12. การประเมินผลตนเอง (Self assessment) เป็นการตรวจสอบว่าผลการปฏิบัติงานอยู่ในระดับใด และมีอะไรบ้างที่เป็นอุปสรรคต่อประสิทธิผลของงานอาจดำเนินการ โดยแบบที่เป็นทางการหรือไม่เป็นทางการก็ได้เป้าหมายหลักเพื่อค้นหาจุดแข็ง จุดอ่อน และแสวงหาแนวทางปรับปรุงหรือเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน วิธีการที่ใช้กันทั่ว ๆ ไป คือ

12.1 ให้สมาชิกกรอกแบบฟอร์มให้สมบูรณ์

12.2 อภิปรายเกี่ยวกับแต่ละหัวข้อให้ชัดเจน

12.3 แสวงหาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน จากการศึกษาลักษณะของการทำงานเป็นทีมที่มีประสิทธิภาพข้างต้น

สรุปได้ว่า การทำงานเป็นทีมที่มีประสิทธิภาพนั้นทีมต้องมีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน มีบรรยากาศการทำงานที่ไม่มีพิธีรีตอง สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมและรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน การแสดงความคิดเห็นด้วยในทางบวก ความเห็นพ้องต้องกัน มีการสื่อสารที่เปิดเผย สมาชิกแสดงบทบาทและการมอบหมายงานที่ชัดเจน มีภาวะผู้นำร่วม มีความสัมพันธ์กับภายนอก มีรูปแบบการทำงานที่หลากหลาย และมีการประเมินผลตนเอง สิ่งเหล่านี้จะสามารถทำให้การทำงานของทีมประสบความสำเร็จได้เป็นอย่างดี

2.2.2.12 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทักษะการทำงานเป็นทีม

การทำงานเป็นทีมนั้นจะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติพื้นฐานของมนุษย์ในองค์กร เป็นเบื้องต้น โดยนำทฤษฎีที่สำคัญมาประกอบการอธิบายและประยุกต์เข้ากับการทำงานเป็นทีม (บุตรีจารุโรจน์, 2549, หน้า 34-37) ได้รวบรวมทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานเป็นทีมอธิบายตามลำดับได้ดังนี้

1. ทฤษฎีลำดับขั้นความต้องการของ Maslow (Maslow's Hierarchy of Need Theory) ความต้องการของมนุษย์มีลำดับขั้นความต้องการอยู่ 5 ประการ ดังนี้คือ

1) ความต้องการทางด้านร่างกาย (Physiological needs) เป็นความต้องการขั้นพื้นฐานของมนุษย์เช่น ความต้องการอาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย และยารักษาโรค เป็นต้น

2) ความต้องการด้านความมั่นคงปลอดภัย (Security and safety needs) ภายหลังจากที่ร่างกายได้รับการตอบสนองในสิ่งจำเป็นต่าง ๆ แล้วคนก็นึกถึงความต้องการด้านความมั่นคงปลอดภัยนี้

3) ความต้องการเป็นที่ยอมรับของสังคม (Social belongingness needs) ได้แก่ ความต้องการเป็นที่ยอมรับของกลุ่มหรือสังคม ความต้องการอยากเป็นสมาชิกขององค์กร ความต้องการความรักจากเพื่อนร่วมงาน

4) ความต้องการเกียรติยศชื่อเสียง (Self-esteem needs) เช่น ความต้องการเคารพ ในตนเองและความอยากมีเกียรติในสังคม

5) ความต้องการความสมหวังในชีวิต (Self-actualisation needs) เช่น ความต้องการที่จะใช้ความสามารถอย่างเต็มที่และความเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง ซึ่งความต้องการส่วนสุดท้ายนี้จะเน้นที่การพัฒนาส่วนบุคคล

2. ทฤษฎีสองปัจจัยของ Herzberg (Herzberg : Two-Factor Theory) ปัจจัยที่มีผลต่อการจูงใจในการดำเนินการของทีมมี 2 ประเภท คือ

1) ปัจจัยจูงใจ (Motivation factors) เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความพอใจในงานที่ทำ

2) ปัจจัยอนามัยหรือบำรุงรักษา (Hygiene / Maintenance Factors) คือปัจจัยแตกต่างจากปัจจัยจูงใจโดยสิ้นเชิง เพราะเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความไม่พอใจในงานที่ทำเช่น ถ้า สมาชิกทีมได้รับเงินเดือนน้อยไม่เพียงพอกับการใช้ชีวิตประจำวันก็จะเกิดความไม่พอใจในงาน ที่ทำอยู่แต่ไม่จำเป็นที่ว่ามีสมาชิกบางคนได้รับเงินเดือนสูงแล้วจะพอใจในการทำงานที่ทำ ถ้าการทำงานในทีมมีสถานะเกี่ยวกับปัจจัยจูงใจเป็นไปอย่างเหมาะสม เช่น ผู้นำทีมรับรู้ว่าการดำเนินงานสำเร็จยอมรับในตัวสมาชิกทีม และทุกคนในทีมมีความรับผิดชอบก็แสดงให้เห็นว่าสมาชิก ได้รับการจูงใจในระดับสูงในทางตรงกันข้ามถ้าผู้นำทีมไม่สนใจต่อปัจจัยจูงใจเหล่านี้ก็แสดงให้เห็นว่า ระดับการจูงใจในทีมต่ำ ถึงแม้ปัจจัยอนามัยได้รับการดำเนินการอย่างเหมาะสมในทีมก็ตาม ถ้าผู้นำทีมดำเนินการเกี่ยวกับปัจจัยอนามัยได้อย่างเหมาะสมสมาชิกทีมก็จะเกิดความพอใจ และสามารถใช้ปัจจัยเหล่านี้เป็นสิ่งจูงใจเขาได้ แต่ถ้าผู้นำทีมดำเนินการเกี่ยวกับปัจจัยอนามัยอย่างไม่เหมาะสมก็จะทำให้สมาชิกเกิดความไม่พอใจและจะมีผลในทางลบกับทีมได้

3. ทฤษฎีจูงใจสู่ความสำเร็จของ McClelland (McClelland : Achievement Motivation Theory) การจูงใจที่มีอิทธิพลต่อความต้องการที่สำคัญที่สุดแบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ คือ ความสำเร็จ (Achievement) การมีส่วนร่วม (Affiliation) และอำนาจ (Power) หรืออาจกล่าวให้ ง่ายที่สุดก็คือ

1) ความต้องการสู่ความสำเร็จ (Achievement needs) ในการดำเนินการ เช่น สมาชิกทีมถูกจูงใจให้ดำเนินการจนบรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพก็เท่ากับว่าเขาต้องการความสำเร็จในงาน คนงานที่มีความต้องการความสำเร็จในงานสูงต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- 1.1 มีความรับผิดชอบ
- 1.2 มักตั้งเป้าหมายที่ยาก ๆ สำหรับตนเอง
- 1.3 ต้องการปฏิบัติการโต้ตอบหรือผลสำเร็จที่เจาะจงหรือโดยทันที
- 1.4 มุ่งมั่นต่อการปฏิบัติงาน

2. มุ่งความต้องการมีส่วนร่วม (Affiliation needs) เป็นเรื่องเกี่ยวกับการยอมรับมิตรภาพ สมาชิกทีมมีความต้องการประเภทนี้จะมีผลการดำเนินงานที่ดีที่สุดของทีม ซึ่งทำให้เกิดความสัมพันธ์ในสังคมและมิตรภาพขึ้นในทีม

3. ความต้องการอำนาจ (Power needs) คือ ความต้องการที่จะทำการควบคุม และมี อิทธิพลต่อผู้อื่น ถ้าบุคคลใดมีความต้องการอำนาจสูงก็จะมีแนวโน้มที่จะกลายเป็นผู้นำทีมซึ่งมีผลการดำเนินการดีกว่าบุคคลอื่น ๆ ในทีม

4. ทฤษฎี X และทฤษฎี Y ของ McGregor (Mcgregor's Theory X and Theory Y) ทฤษฎี X เชื่อว่า คนส่วนมากโดยธรรมชาติแล้วไม่ชอบทำงาน ไม่มีความทะเยอทะยานมี ความรับผิดชอบน้อย มีความคิดริเริ่มน้อยในการแก้ปัญหาขององค์กรการจูงใจเป็นการจูงใจทาง ร่างกายและความปลอดภัยเท่านั้น คนส่วนใหญ่ชอบให้ควบคุมอย่างใกล้ชิดและถูกบังคับเพื่อให้เกิด ความสำเร็จตามเป้าหมายขององค์กร ทฤษฎี Y เชื่อว่า คนส่วนมากโดยธรรมชาติชอบทำงาน ตั้งใจทำงานสามารถควบคุมตนเอง เพื่อทำให้เป้าหมายขององค์กรประสบความสำเร็จ สามารถใช้ความคิดริเริ่มในการแก้ปัญหาขององค์กร การจูงใจเป็นเรื่องของความต้อการมีชื่อเสียงและความสำเร็จในชีวิต สามารถตั้งการได้ด้วยตนเอง และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงานอย่างต่อเนื่อง ถ้าหากได้รับการจูงใจ อย่างถูกต้อง

5. ทฤษฎีความคาดหวัง คือ ทฤษฎีที่ให้ข้อคิดว่าการจูงใจเป็นส่วนหนึ่งของความคาดหวัง ส่วนบุคคล และการจูงใจใน แต่ละบุคคลขึ้นอยู่กับสองสิ่งคือ สมาชิกมีความต้องการมากน้อยแค่ไหน และคิดว่าจะสามารถทำสิ่ง นั้น ได้อย่างไร สภาพการของค่านิยมและผลที่แต่ละคน ได้รับจะต้องตอบสนองความต้องการที่แท้จริงของ เขาได้เช่น ความสำเร็จในงาน การเป็นที่ยอมรับนับถือ มีความยึดมั่นในความคิดของตนเอง รวมถึง การได้รับความก้าวหน้าและรายได้เพิ่มขึ้นด้วย ทฤษฎีความคาดหวัง ทำให้ทราบว่าคุณนำทีมควรทำการเปลี่ยนแปลงให้เกิดขึ้นในทีมโดย

- 1) พิจารณาถึงความสำเร็จที่สมาชิกแต่ละคนต้องการ
- 2) ตัดสินใจเกี่ยวกับการดำเนินการที่จำเป็นที่จะทำให้ทีมบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้
- 3) ทำให้เกิดความแน่ใจว่าระดับการดำเนินการที่กำหนดขึ้นทำให้ทีมบรรลุเป้าหมายได้
- 4) ทำให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างผลจากการดำเนินการกับวิธีการดำเนินการที่กำหนดขึ้น
- 5) ตรวจสอบสถานการณ์สำหรับความคาดหวังที่หลากหลาย
- 6) ทำให้แน่ใจว่ามีกรให้รางวัลอย่างพอเพียง
- 7) ทำให้แน่ใจว่าระบบให้ความยุติธรรมกับสมาชิกทุกคน

6. ทฤษฎีความยุติธรรม (Equity Theory) สมาชิกทีมมักจะพิจารณาถึงระบบการให้รางวัลว่าได้รับความยุติธรรมหรือไม่ ทฤษฎีความยุติธรรมนี้ตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่าสมาชิกทีมโดยทั่วไปต้องการได้รับการปฏิบัติจากทีมงานอย่างยุติธรรมและมักจะเปรียบเทียบผลงานและรางวัลที่ได้รับกับสมาชิกทีมคนอื่น ๆ เสมอ ทฤษฎีนี้ตั้งอยู่บนฐานของหลักการที่ซึ่งได้รับข้อมูลมาจากองค์กร โดยทั่วไปและนำมาปรับใช้กับการทำงานเป็นทีม ดังนี้

1) ถ้าสมาชิกทีมรู้ว่าพวกเขาได้รับรางวัลซึ่งไม่เหมาะสมจากทีม พวกเขาก็จะไม่พอใจ และก็จะทำงานอย่างไม่เต็มความสามารถและก็จะพยายามออกจากทีม

2) ถ้าสมาชิกทีมมีความเชื่อว่าพวกเขาได้รับรางวัลไม่เหมาะสมกับงานที่เขาได้ทำ พวกเขาก็จะรักษาระดับการทำงานของพวกเขา คือ ไม่มีความพยายามที่จะทำให้เกิด ผลงานที่มีระดับสูงขึ้น

3) ถ้าสมาชิกทีมรู้ว่ารางวัลที่พวกเขาได้รับมากกว่าที่เขาคาดคิดบนพื้นฐานของความยุติธรรม พวกเขาก็จะทำงานหนักขึ้น เป็นที่แน่นอนว่าทฤษฎีนี้ตั้งอยู่บนพื้นฐานของความเข้าใจ สมาชิกทีมอาจจะประเมินผลงาน ของเขาสูงเกินไป หรือเขาอาจประเมินรางวัลที่สมาชิกคนอื่นได้รับผิดพลาด ไม่ว่าจะทฤษฎีนี้จะเป็นที่ยอมรับหรือไม่ก็ตามก็ยังคงพบว่าทฤษฎีนี้เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับผู้นำทีมที่จะระวังถึงความเข้าใจของ สมาชิกทีมที่จะว่าผู้นำทีมไม่ยุติธรรม เพราะว่าพวกเขามักมีพฤติกรรมที่อยากได้รางวัลเพิ่มขึ้นอยู่ตลอดเวลา

7. ทฤษฎีเสริม (Reinforcement Theory) ทฤษฎีนี้ให้ข้อเสนอเกี่ยวกับพฤติกรรมกรให้ความสนับสนุนต่อเงื่อนไขต่าง ๆ และอาจกล่าวได้ว่าสิ่งแวดล้อมเป็นต้นเหตุที่ก่อเกิดพฤติกรรมต่อเงื่อนไขต่าง ๆ เหล่านั้น ทฤษฎีนี้ทำให้ความต้องการ ที่แท้จริงของสมาชิกลดลง นำเข้าสู่พฤติกรรมแบบต่าง ๆ โดยเน้นหนักที่ว่าอะไร จะเกิดขึ้นเมื่อเขาเริ่ม ดำเนินการบางสิ่งบางอย่าง ทฤษฎีนี้ถ้าหากทำให้เกิดขึ้นในทีมจะทำให้สมาชิกทีมได้พัฒนาตัวเอง และ นำพาให้เกิดความร่วมมือขึ้นในทีมด้วย

8. ทฤษฎีเป้าหมาย (Goal-Setting Theory) เป็นทฤษฎีที่เชื่อว่าพฤติกรรมต่าง ๆ สามารถทำได้ในรูปแบบของการตั้งเป้าหมาย โดยมีประเด็น 3 เรื่อง คือ คุณลักษณะเฉพาะของเป้าหมาย (Goal specificity), อุปสรรคของ เป้าหมาย (Goal difficulty) และการยอมรับในเป้าหมาย (Goal acceptance) องค์ประกอบทั้งสามนี้ มีอิทธิพลต่อการดำเนินการ การแข่งขัน การมีส่วนร่วม และ สิ่งย้อนกลับสมาชิกจะปรับปรุงการดำเนินงานถ้าหากมีคุณลักษณะเฉพาะของเป้าหมายมากกว่าวัตถุประสงค์ที่ผู้บังคับบัญชากำหนดให้ทำ

จากการศึกษาเอกสารทฤษฎีข้างต้นเห็นได้ว่าการจะทำงานเป็นทีมนั้นต้องใส่ใจละเอียดอ่อนต่อคนในการทำงาน การประสบผลสำเร็จได้นั้นต้องมาจากความพึงพอใจในการทำงานร่วมกันและรับผิดชอบต่อผลงานร่วมกัน

2.2.2.13 กระบวนการของการทำงานเป็นทีม

วาริ ธีระจิตร (2534, น.105-106) กล่าวว่า แนวทางในการฝึกฝนการทำงานเป็นกลุ่มนั้นประกอบด้วยสิ่งสำคัญ ดังต่อไปนี้

- 1) การเตรียมแผนงานทำงานของกลุ่ม
- 2) การมีส่วนร่วมในการอภิปราย
- 3) ความรับผิดชอบต่อหน้าที่
- 4) การมีส่วนร่วมในการทำงาน
- 5) การประเมินผล

ทิสนา แยมมณีและคณะ (2543, น.10) ได้กล่าวถึงกระบวนการทำงานกลุ่มดังนี้

- 1) การเลือกหัวหน้ากลุ่ม
- 2) กำหนดวัตถุประสงค์การทำงาน
- 3) การวางระเบียบในการทำงาน
- 4) การวางแผน
- 5) การวางขั้นตอนในการทำงาน
- 6) ความสำคัญของการแบ่งงาน
- 7) หลักการแบ่งงานและมอบหมายงาน
- 8) การทำงานตามแบบ
- 9) การติดตามและปฏิบัติงาน
- 10) การตรวจสอบผลงาน
- 11) การให้ข้อติชมในการทำงาน
- 12) การแก้ปัญหา
- 13) การประเมินผลงานและปรับปรุงผลงาน

จากการศึกษาสรุปได้ว่ากระบวนการทำงานนั้นจะมีการเลือกผู้นำของทีมและต่อมาคือการจัดวางแผนการทำงาน ปฏิบัติในสิ่งที่ได้รับมอบหมาย มีการตรวจสอบผลงาน และนำมาปรับปรุงการทำงานทั้งหมด

2.2.2.14 การวัดผลและประเมินผลทางการทำงานเป็นทีม

ปรีธดา เลิศศรีมงคล (2555, น.21-25) กล่าวว่า การประเมินผลทักษะการทำงานเป็นทีม มีหลายวิธี ได้แก่ การวัดการทำงานเป็นกลุ่มมีทั้งการใช้แบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์ แบบสังเกตหรือแบบวัดและประเมินโดย

1. การวัดโดยการสัมภาษณ์ การใช้แบบสอบถามหรือแบบประเมินเป็นมาตราวัดประมาณค่า (Rating scale) โดยการแบ่งเป็นการวัดในหลาย ๆ ด้าน

2. แบบสังเกต เป็นเครื่องมือในการวัดการทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งโครงสร้างของแบบวัดพัฒนาจากโครงสร้างพฤติกรรมของกลุ่ม เช่น ประเมินพฤติกรรมนักเรียน โดยการสังเกตการทำงานเป็นกลุ่มของนักเรียน ทำการสังเกตไม่แบ่งช่วงเวลา อาจจะวัดเป็นระยะเวลาที่กำหนดหรือสังเกตระหว่างการเรียนรู้การสอน

สรุปการประเมินทักษะการทำงานเป็นทีมนั้น จะใช้การสัมภาษณ์และการสังเกตพฤติกรรมระหว่างการเรียนรู้การสอน โดยจะใช้การวัดแบบมาตราวัดประมาณค่า (Rating scale)

2.3 ความพึงพอใจ

2.3.1 ความหมายของความพึงพอใจ

สง่า ภูธรรงค์ (2540) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจหมายถึงความรู้สึกที่เกิดขึ้น เมื่อได้รับความสำเร็จ ตามความมุ่งหมาย หรือเป็นความรู้สึกขั้นสุดท้ายที่ได้รับผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์

ปริญญญา จเรรัชต์ และคณะ (2546) กล่าวว่า ใจความพึงพอใจ หมายถึง ทำที่ความรู้สึกหรือทัศนคติ ในทางที่ดีของบุคคลที่มีต่อสิ่งที่ปฏิบัติร่วมปฏิบัติหรือได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติโดยผลตอบแทนที่ได้รับรวมทั้ง สภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเป็นปัจจัยทำให้เกิดความพึงพอใจหรือไม่พึงพอใจจากความหมายของความพึงพอใจดังกล่าวพอสรุปความได้ว่าความพึงพอใจเป็นทัศนคติอย่างหนึ่ง ที่เป็นนามธรรมเป็นความรู้สึกส่วนตัวทั้ง ทางด้านบวกและลบขึ้นอยู่กับ การได้รับการตอบสนอง เป็นสิ่งที่กำหนดพฤติกรรม ในการแสดงออกของบุคคลที่มี ผลต่อการเลือกที่จะปฏิบัติสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

จากเอกสารที่ได้ศึกษาความหมายของความพึงพอใจจะเกิดขึ้นจากความรู้สึกนึกคิดที่เกิดขึ้นระหว่างกระทำการอย่างใดอย่างหนึ่งมีทั้งด้านบวกและด้านลบ

2.3.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวกับความพึงพอใจ

1. ทฤษฎีแรงจูงใจของมาสโลว์

มาสโลว์ (Maslow, 1970, 69-80) เป็นทฤษฎีหนึ่งที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางโดยตั้งอยู่บนสมมติฐานเกี่ยวกับพฤติกรรมของมนุษย์ดังนี้

1. ลักษณะความต้องการของมนุษย์ได้แก่

1.1 ความต้องการของมนุษย์เป็นไปตามลำดับชั้นความสำคัญ โดยเริ่มระดับความต้องการขั้นสูงสุด

1.2 มนุษย์มีความต้องการอยู่เสมอเมื่อความต้องการอย่างหนึ่งได้รับการตอบสนองแล้วก็มีความต้องการสิ่งใหม่เข้ามาแทนที่

1.3 เมื่อความต้องการในระดับหนึ่งได้รับการตอบสนองแล้วจะไม่จูงให้เกิดพฤติกรรมต่อสิ่งนั้นแต่จะมีความต้องการในระดับสูงเข้ามาแทนและเป็นแรงจูงใจให้เกิดพฤติกรรมนั้น ความต้องการที่เกิดขึ้นอาศัยซึ่งกันและกันมีลักษณะควบคู่คือเมื่อความต้องการอย่างหนึ่งยังไม่หมดสิ้นไปก็จะมีความต้องการอีกอย่างหนึ่งเกิดขึ้นมา

2. ลำดับชั้นความต้องการของมนุษย์มี 5 ระดับได้แก่

2.1 ความต้องการพื้นฐานทางด้านร่างกาย (Physiological Needs) เป็นความต้องการเบื้องต้นเพื่อความอยู่รอดของชีวิตเช่นความต้องการอาหาร น้ำอากาศ เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค ที่อยู่อาศัย และความต้องการทางเพศ ความต้องการทางด้านร่างกายจะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของคนที่ต่อเมื่อความต้องการทั้งหมดของคนยังไม่ได้รับการตอบสนอง

2.2 ความต้องการความมั่นคงปลอดภัย (Security Needs) เป็นความรู้สึกรู้สึกที่ต้องการความมั่นคงปลอดภัยในปัจจุบัน และอนาคตซึ่งรวมถึงความก้าวหน้าและความอบอุ่นใจ

2.3 ความต้องการทางสังคม (Social or Belonging Needs) ได้แก่ความต้องการที่จะเข้าร่วมและได้รับการยอมรับในสังคมความเป็นมิตรและความรักจากเพื่อน

2.4 ความต้องการที่จะได้รับการยกย่องหรือมีชื่อเสียง (Esteem Needs) เป็นความต้องการระดับสูง ได้แก่ ความต้องการอยากเด่นในสังคม รวมถึงความสำเร็จ ความรู้ความสามารถ ความเป็นอิสรภาพ และเสรีและการเป็นที่ยอมรับนับถือของคนทั้งหลาย

2.5 ความต้องการที่จะได้รับความสำเร็จในชีวิต (Self Actualization Needs) เป็นความต้องการระดับสูงของมนุษย์ส่วนมากจะเป็นการนึกอยากจะเป็นอยากจะได้ตามความคิดเห็นของตัวเองแต่ไม่สามารถแสวงหาได้

2. ทฤษฎีแรงจูงใจของ فروยด์

ซิกมันด์ فروยด์ (S. M. Freud) ตั้งสมมุติฐานว่าบุคคลมักไม่รู้ตัวมากนักว่าพลังทางจิตวิทยา มีส่วนช่วยสร้างให้เกิดพฤติกรรม فروยด์พบว่าบุคคลเพิ่มและควบคุมสิ่งเร้าหลายอย่าง สิ่งเร้าเหล่านี้อยู่นอกเหนือการควบคุมอย่างสิ้นเชิง บุคคลจึงมีความฝัน พูดคำที่ไม่ตั้งใจพูด มีอารมณ์อยู่เหนือเหตุผลและมีพฤติกรรมหลอกหลอนหรือเกิดอาการวิตกกังวลอย่างมาก

สรุปได้ว่าทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจที่นิยมใช้กันมี 2 ทฤษฎี คือ ทฤษฎีแรงจูงใจของมาสโลว์และทฤษฎีแรงจูงใจของ فروยด์ โดยเกี่ยวข้องกับความต้องการด้านต่าง ๆ แต่เมื่อความต้องการแต่ละขั้นได้รับความพึงพอใจแล้วจะยกระดับความพึงพอใจไปที่ละขั้น

2.4.3 การวัดความพึงพอใจ

ปริญญญา จเรรัชต์และคณะ (2546) กล่าวว่ามาตรวัดความพึงพอใจสามารถกระทำได้หลายวิธี ได้แก่

1) การใช้แบบสอบถามโดยผู้สอบถามจะออกแบบสอบถามเพื่อต้องการทราบความคิดเห็นซึ่งสามารถทำได้ในลักษณะที่กำหนดคำตอบให้เลือก หรือตอบคำถามอิสระคำถามดังกล่าวอาจถามความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ เช่นการบริการการบริหารและเงื่อนไขต่าง ๆ เป็นต้น

2) การสัมภาษณ์เป็นวิธีวัดความพึงพอใจทางตรงทางหนึ่งซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการที่ดีที่จะทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นจริงได้

3) การสังเกตเป็นวิธีการวัดความพึงพอใจโดยสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมาย ไม่ว่าจะแสดงออกจากการพูดกิริยาท่าทางวิธีนี้จะต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจังและการสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

อมรลักษณ์ ปรีชาหาญ (2533, น.44) ได้กล่าวถึงวิธีการวัดความพึงพอใจ

1. การสังเกต เป็นการวัดความพึงพอใจโดยผู้สอบถามจะสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมาย ไม่ว่าจะเป็นการแสดงออกทางการพูด การแสดงออกทางกิริยาท่าทาง วิธีนี้ผู้สอบถาม ต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจัง และการสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

2. การสัมภาษณ์ เป็นการวัดความพึงพอใจซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการที่ดีซึ่งจะส่งผลให้ผู้สอบถามได้รับข้อมูลที่เป็นจริงได้

3. การใช้แบบสอบถาม เป็นการวัดความพึงพอใจโดยผู้สอบถามจะต้องออกแบบสอบถามเพื่อต้องการทราบความคิดเห็นจากบุคคลเป้าหมาย ซึ่งสามารถทำได้โดยรูปแบบได้แก่ ลักษณะที่

กำหนดคำตอบให้เลือก หรือตอบคำถามอิสระ โดยคำถามดังกล่าวอาจเป็นคำถามความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ เช่น การควบคุมงาน การบริการ และเงื่อนไขต่าง ๆ เป็นต้น

สรุปได้ว่าการวัดความพึงพอใจเป็นเครื่องมือวัดที่สามารถแยกได้เป็น 3 ประเภทโดยวิธีการสอบถาม การสัมภาษณ์และการสังเกต หรือการนำแบบทดสอบ โดยต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานที่ผู้วิจัยทำ

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชนกนันทน์ พะสุโร (2558, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพิ่มเติมศึกษาเรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านบ่อหิน จังหวัดยะลา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษายะลา เขต 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 23 คนซึ่งมีวัตถุประสงค์ เพื่อจัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพิ่มเติมศึกษา เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพิ่มเติมศึกษา เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพิ่มเติมศึกษาเรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพิ่มเติมศึกษาเรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพ 80.00/80.22 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้ นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรม มีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพิ่มเติมศึกษาเรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21

รัตน์ดาวัล วรรณปะเถาว์ (2558, น.บทคัดย่อ) การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางเพิ่มเติมศึกษา เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนดงใหญ่ วิทยาคมรัชมังคลาภิเษก อำเภอลำปาง จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 13 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนการสอนเพิ่มเติมศึกษา จำนวน 8 แผน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และแบบสัมมนาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า เมื่อสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คิดเป็นร้อยละ 69.38 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ คิดเป็นร้อยละ 69.58 เมื่อสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 80.00 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ คิดเป็นร้อยละ 79.17

นิตยา ภูผาบาง (2559, น.บ.ทศด้อย) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อสมบัติทางกายภาพของแผ่นฟิล์ม พลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลัง เพื่อสร้างกิจกรรมเสริมศึกษา เรื่อง พลาสติกชีวภาพจาก แป้งมันสำปะหลังเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนระหว่างกิจกรรมที่ 1 (คาบเรียนที่ 1-4) และกิจกรรมที่ 2 (คาบเรียนที่ 5-6) โดยใช้กิจกรรม เสริมศึกษา เรื่อง พลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลัง โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนชลกันยานุกูล ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 52 คน ผลการวิจัยพบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกแผ่นฟิล์มจะมีค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุดและค่ามอดูลัสของยังสูงขึ้น แต่จะมีเปอร์เซ็นต์การยืดตัวลดลง และเมื่อเพิ่มกลีเซอรอล ในปริมาณที่มากขึ้น จะทำให้แผ่นฟิล์มมีค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุดและค่ามอดูลัสของยังลดลงแต่จะมีเปอร์เซ็นต์การยืดตัวสูงขึ้น และแผ่นฟิล์มที่ผ่านการเคลือบผิวจะมีเปอร์เซ็นต์การบวมน้ำที่ต่ำกว่าแผ่นฟิล์มที่ไม่ผ่านการเคลือบผิว จากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า กิจกรรมเรื่อง พลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลังที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องตามแนวทางเสริมศึกษาและส่งเสริมให้ นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการผ่านการทำกิจกรรม และนักเรียนที่ เรียนรู้ผ่านกิจกรรมเสริมศึกษา เรื่อง พลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลังในกิจกรรมที่ 2 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสูงกว่ากิจกรรมที่ 1

มินกาญจน์ แจ่มพงษ์ (2559, น.บ.ทศด้อย) การศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้ STEM Education เพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 2) เพื่อสร้างและตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบฯ 3) เพื่อทดลองใช้ และศึกษาผลการทดลองใช้รูปแบบฯ 3.1) เปรียบเทียบการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ก่อนเรียน-หลังเรียน ด้วยรูปแบบ ที่พัฒนาขึ้น 3.2) ศึกษากระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนดำเนินการวิจัยลักษณะวิจัย

และพัฒนาแก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนภูคาวิทยาคม สพป. น่าน เขต 2 โดยการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ รูปแบบฯ แบบวัดการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัย พบว่า 1) การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์มีความสำคัญและเป็นสมรรถนะที่สำคัญยิ่งต่อนักเรียน จัดเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 5 ชั้น 2) ผลการตรวจสอบคุณภาพ รูปแบบโดยผู้ทรงคุณวุฒิพบว่า รูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($x = 4.21$, $SD = 0.55$) 3) ผลการทดลองใช้รูปแบบฯ พบว่านักเรียนที่มีคะแนนการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ใน 3 ด้านสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยแยกเป็นรายด้าน ด้านการระบุคำถามทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กมลฉัตร กล่อมอ้อม (2559, น.บ.ทศด้อย) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชุมชนบ้านวังกระดาศเงิน ตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 50 คน แบ่งเป็น 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 25 คน โดยสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เพื่อให้ได้ห้องเรียน จำนวน 2 ห้องเรียน ได้แก่ ป.4/1 และ ป.4/2 แล้วทำการสุ่มตัวอย่างง่าย (Simple Random Sampling) อีกครั้งหนึ่งด้วยการจับฉลากห้องเรียนเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา และกลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา จำนวน 4 แผน 2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 4 แผน 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ

ผลการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

อุไรวรรณ กุ๋จำพล (2559, บทคัดย่อ) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้าของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา และ 2) เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้าของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนระดมวิทยานุสรณ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครราชสีมา เขต 4 จำนวน 30 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบแบ่ง กลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบประเมินคุณภาพของชิ้นงาน นำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยการหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ การทดสอบ t-test ผลการศึกษาพบว่า 1) ผลการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ผลการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และผลการเรียนรู้ด้านคุณภาพของชิ้นงาน หน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษามีกระบวนการในการส่งเสริมให้ผู้เรียน ได้เป็นผู้ค้นพบปัญหาที่เกิดขึ้นจริงด้วยตนเองทำความเข้าใจในปัญหาและทำการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง กับการแก้ปัญหา รวมทั้งประเมินความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหา วางแผนและแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ เน้นการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

ไดอาน่า (Diana, 2012) ได้ศึกษาผลการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมและคณิตศาสตร์ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน โดยใช้ นักเรียนเกรด 3-8 เป็นกรณีศึกษาให้ทำโครงงานในหัวข้อเรื่อง ดาวอังคารในจินตนาการ โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมเริ่มต้น โดยการตรวจสอบความพื้นฐานให้จินตนาการศึกษาค้นคว้าสำรวจให้เพื่อนๆ ได้รู้จัก ผลการศึกษาพบว่าจัดการเรียนรู้บูรณาการสะเต็มศึกษา ในการให้นักเรียนได้ทำโครงงานส่งผลทำให้นักเรียนสามารถถ่ายโอนความรู้และทักษะสู่การแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เผชิญหน้าและประยุกต์ใช้กับปัญหาใหม่ ๆ

ดีลิเวิน (Dillivion, 2014) ได้ศึกษาผลจากการเข้าค่ายฤดูร้อนต่อความสนใจในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้เข้าร่วมกิจกรรมเป็นนักเรียนในโรงเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ แบบสอบถามนักเรียน

แบบสอบถามพ่อแม่และผู้ปกครอง จากผลการวิจัยพบว่า การเข้าร่วมค่ายภาคฤดูร้อนมีผลต่อความสนใจทางด้านวิทยาศาสตร์ ผลการเรียน การเลือกวิชาเอก วิทยาลัยและการประกอบอาชีพในอนาคตของนักเรียน ผลการถามแสดงให้เห็นว่าผู้เข้าร่วมกิจกรรมมีทัศนคติในเชิงบวกต่อวิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์และยังพบว่าค่ายสะเต็มศึกษาสามารถเพิ่มเจตคติและกระตุ้นความสนใจในสาขาวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

จากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนแบบเชิงบูรณาการสะเต็มศึกษาพบว่า การสอนตามแนวสะเต็มศึกษาเป็นการสอนที่บูรณาการระหว่างวิชาและสามารถเชื่อมโยงกับชีวิตในปัจจุบัน ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองเกิดทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อาทิเช่นทักษะความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการทำงานเป็นทีม และจากการศึกษาการจัดการสอนแบบสะเต็มศึกษามาหลากหลายแบบ โดยผู้วิจัยสังเกตเห็นว่าเทคโนโลยีหุ่นยนต์เริ่มเข้ามามีส่วนกับชีวิตประจำวันมากยิ่งขึ้นจึงนำเข้ามาจัดการเรียนการสอนเชิงบูรณาการสะเต็มศึกษาซึ่งสามารถช่วยพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการทำงานเป็นทีม ไปพร้อมกับเพื่อพัฒนาผู้เรียนในศตวรรษที่ 21



บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

การดำเนินการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยขอเสนอขั้นตอนการวิจัย ดังนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.4 รูปแบบการวิจัย
- 3.5 การดำเนินการวิจัย
- 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ของโรงเรียนขนาดกลางในอำเภอเมืองชุมพร จังหวัดชุมพร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ประถมศึกษาชุมพร เขต 1 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 3 โรงเรียน จำนวน 6 ห้อง รวมนักเรียน 238 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเมืองชุมพรบ้านเขาถล่ม อำเภอเมืองชุมพร จังหวัดชุมพร สังกัดสำนักงานประถมศึกษาชุมพร เขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 38 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษาแบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ จำนวน 4 สัปดาห์ รวม 24 ชั่วโมง แบ่งเป็น 4 แผนการจัดการเรียนรู้ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ

3.2.2.1 แบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 16 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยแบ่งพฤติกรรมการเรียนรู้ออกเป็น 2 ด้าน ตามทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูม (Bloom's Taxonomy) คือ

- 1) ด้านความรู้
- 2) ด้านความเข้าใจ

3.2.2.2 แบบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม โดยผู้วิจัยพิจารณา 3 ด้าน คือ

1) ด้านทักษะความคิดสร้างสรรค์และการออกแบบชิ้นงาน ผู้วิจัยแบ่งเป็น 2 แบบวัด คือ 1) แบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์และ 2) แบบประเมินการออกแบบชิ้นงาน

1.1) แบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ แบบอัตนัย โดยสร้างขึ้นตามแนวคิดของกิลฟอร์ด (Guildford, 1967) ซึ่งกำหนดประเด็นในการวัด 4 ด้าน

- 1.1.1) ความคิดคล่องตัว
- 1.1.2) ความคิดยืดหยุ่น
- 1.1.3) ความคิดริเริ่ม
- 1.1.4) ความคิดละเอียดลออ

1.2) แบบประเมินการออกแบบชิ้นงาน เป็นแบบประเมินหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษาแบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ โดยกำหนดประเด็นการวัด คือ

- 1.2.1) ความคิดสร้างสรรค์
- 1.2.2) ความสำเร็จในชิ้นงาน
- 1.2.3) ประสิทธิภาพของชิ้นงาน

ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มีค่า 3 ระดับตามวิธีของเคิร์ท (Likert Scale)

2) ด้านทักษะการแก้ปัญหา ผู้วิจัยแบ่งเป็น 2 แบบวัด คือ 1) แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา และ 2) แบบประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหานักเรียน

2.1) แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา เป็นแบบอัตนัย โดยมีข้อคำถามเรียงกันเป็นชุด โดยแต่ละชุดจะมีการกำหนดสถานการณ์และให้ผู้เรียนเขียนการตอบการแก้ปัญหา จำนวน 3 สถานการณ์ โดยกำหนดประเด็นการวัด 5 ด้าน ตามขั้นตอนของจอห์น ดิวอี้ (John Dewey, 1976) คือ

- 2.1.1) ขั้นเตรียมการ
- 2.2.2) ขั้นวิเคราะห์ปัญหา
- 2.1.3) ขั้นเสนอแนวทางการแก้ปัญหา

2.1.4) ขึ้นตรวจสอบผล

2.1.5) ขึ้นนำไปประยุกต์ใช้

2.2) แบบประเมินการพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา เป็นแบบประเมินพัฒนาการในด้านทักษะการแก้ปัญหานักเรียนตามขั้นตอนของจอห์น ดิวอี้ โดยการสังเกตพฤติกรรมหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษาในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มีค่า 5 ระดับ ตามวิธีของเคิร์ท (Likert Scale)

3) ด้านทักษะการทำงานเป็นทีม เป็นแบบวัดทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนในการทำกิจกรรมกลุ่มในห้องเรียน เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ประมาณค่า 5 ระดับ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยกำหนดประเด็น 3 ด้าน คือ

3.1) การวัดด้านกระบวนการทำงาน

3.2) ความเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี

3.3) ความสัมพันธ์กับสมาชิกในทีม

3.2.2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ เป็นแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) จำนวน 15 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้กำหนด โดยแบ่งเป็น 2 ด้าน

1) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้

2) ประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้

3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษาแบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์

3.3.1.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาของสถานศึกษา เพื่อดูจุดมุ่งหมายของหลักสูตร เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระวิชาวิทยาศาสตร์

3.3.1.2 ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาและงานวิจัยต่าง ๆ

3.3.1.3 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษาแบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ จำนวน 4 สัปดาห์ รวม 20 ชั่วโมง แบบเป็นการจัดการเรียนรู้ คือ

- แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องที่ 1 เรื่อง แรงเสียดทาน จำนวน 5 ชั่วโมง
- แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องที่ 2 เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวราบ 5 ชั่วโมง
- แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องที่ 3 เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนววิถีโค้ง 5 ชั่วโมง
- แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องที่ 4 เรื่อง ผลลัพธ์ที่เกิดจากแรง 5 ชั่วโมง

โดยแต่ละแผนจัดการเรียนรู้ที่ประกอบไปด้วยขั้นตอนการบูรณาการแบบสะเต็มศึกษาตามสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน

- 1) การระบุปัญหา
- 2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง
- 3) การวางแผนและพัฒนา
- 4) การทดสอบและประเมินผล
- 5) การนำเสนอผลลัพธ์

3.3.1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทั้ง 4 แผนการเรียนรู้นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม จากนั้นดำเนินการแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำ

3.3.1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการทั้ง 4 แผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence :IOC) ประเมินโดยให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ประเมินคุณภาพ โดยใช้การเลือกแบบเจาะจง ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาวิทยาศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.67 – 1.00 (ภาคผนวก ง, น.171- 175)

3.3.1.6 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

3.3.2 แบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์

3.3.2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

3.3.2.2 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบทดสอบปรนัย

3.3.2.3 วิเคราะห์เนื้อหาสาระ ตัวชี้วัด และจุดประสงค์การเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของเนื้อหาและกิจกรรมการจัดการเรียนรู้

3.3.2.4 สร้างแบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นแบบข้อสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 16 ข้อ มีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

3.3.2.5 นำแบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม จากนั้นดำเนินการแก้ไขปรับปรุงแบบตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

3.3.2.6 นำแบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ใช้การเลือกแบบเจาะจง ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาวิทยาศาสตร์ 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล 1 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเนื้อหาของแบบทดสอบ จากนั้นนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence :IOC) เกณฑ์การ

พิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้โดยถือเกณฑ์ความสอดคล้องตั้งแต่ .50 – 1.00 (สมนึก ภัททิยธานี, 2551, น.220) พบว่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.67 – 1.00 จำนวน 15 ข้อ (ภาคผนวก ง น,176)

3.3.2.7 ปรับปรุงแก้ไขแบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3.3.2.8 นำแบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองใช้ (Try-Out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเมืองชุมพรบ้านเขาถล่ม สังกัดสำนักงานประถมศึกษาชุมพร เขต 1 ชุมพร ที่เคยเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 28 คน

3.3.2.9 นำแบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ มาวิเคราะห์รายข้อ เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ซึ่งกำหนดค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป พบว่าแบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์มีค่าความยาก (p) 0.29 – 0.68 มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.38 – 0.63 จำนวน 15 ข้อ (ภาคผนวก ง น,186)

3.3.2.10 นำแบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ ไปวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2538, น.200-201) พบว่าข้อสอบมีค่าความเชื่อมั่น 0.97 (ภาคผนวก ง ,น.183)

3.3.2.11 นำแบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยทำการทดสอบนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแบบวัดความรู้ความเข้าใจชุดเดียวกัน

3.3.3 แบบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

ผู้วิจัยพิจารณาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมใน 3 ด้าน คือ

3.3.3.1 ผู้วิจัยได้ออกแบบวัดด้านทักษะความคิดสร้างสรรค์และการออกแบบชิ้นงาน โดยมีเครื่องมือ 2 ด้าน คือ แบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์และแบบประเมินการออกแบบชิ้นงาน

1. แบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์

1) ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด (Guildford,1967)

2) สร้างแบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ซึ่งเป็นอัตนัย จำนวน 1 ชุด โดยสร้างขึ้นตามแนวคิดของกิลฟอร์ด (Guildford, 1967) ผู้วิจัยกำหนดประเด็นในการวัด 4 ด้าน คือ 2.1) ความคิดคล่องตัว 2.2) ความคิดยืดหยุ่น 2.3) ความคิดริเริ่ม และ 2.4) ความคิดละเอียดลออ มีทั้งหมด 4 ตอน

3) นำแบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม จากนั้นดำเนินการแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำ

4) นำแบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ใช้การเลือกแบบเจาะจง ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและภาษา จากนั้นนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence :IOC) พบว่าแบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 (ภาคผนวก ง ,น.177) จากนั้นปรับปรุงแก้ไขแบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

5) นำแบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเมืองชุมพรบ้านเขาถล่ม สังกัดสำนักงานเขตประถมศึกษาชุมพร เขต 1 จังหวัดชุมพรที่เคยเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2560 จำนวน 28 คน โดยพิจารณาคะแนนจากเกณฑ์การประเมินที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น

6) นำคะแนนของนักเรียนที่ได้จากการประเมินโดยผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ท่านไปวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของเพียร์สัน (Pearson) (สมนึก ภัททิยธานี, 2551 น.85) พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.71 (ภาคผนวก ง ,น.184)

7) นำแบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ที่พัฒนาคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

2. แบบประเมินการออกแบบชิ้นงาน

- 1) ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบชิ้นงาน
- 2) ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินจากหนังสือและเอกสารที่เกี่ยวข้อง
- 3) สร้างแบบประเมินการออกแบบการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ซึ่งสร้างขึ้นจากแนวทางการออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษากับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 โดยกำหนดประเด็นการประเมิน 3 ด้าน

3.1) ความคิดสร้างสรรค์

3.2) ความสำเร็จในชิ้นงาน

3.3) ประสิทธิภาพของชิ้นงาน

กำหนดเกณฑ์ การประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) มีค่า 3 ระดับ ตามวิธีของเคิร์ท (Likert Scale) โดยกำหนดให้มีระดับการมาค่าดังนี้ ดี ปานกลาง และควรปรับปรุง มีคะแนนเป็น 3,2, และ 1 ตามลำดับ

4) นำแบบประเมินการออกแบบชิ้นงานเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม จากนั้นดำเนินการแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำ

5) นำแบบประเมินการออกแบบชิ้นงานเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ใช้การเลือกแบบเจาะจง ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและภาษา จากนั้นนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence :IOC) พบว่าแบบประเมินมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 (ภาคผนวก ง ,น.177)

6) นำแบบประเมินการออกแบบชิ้นงานที่มีคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.3.2.2 ด้านทักษะการแก้ปัญหา

ผู้วิจัยได้ออกแบบวัดด้านทักษะการแก้ปัญหา โดยมีเครื่องมือ 2 ด้าน คือ แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาและแบบประเมินการพัฒนาแก้ปัญหา

1. แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา

1) ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญหของจอห์น (John Dewey,1970)
 2) สร้างแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา ตามนิยามเชิงปฏิบัติการ โดยมีความสอดคล้องกับขั้นตอนการแก้ปัญหของจอห์น ดิวอี้ (John Dewey, 1976) ซึ่งเป็นแบบวัดทักษะเป็นแบบอัตรัย ผู้วิจัยกำหนดประเด็นในการวัด 5 ด้าน คือ 1) ขั้นเตรียมการ 2) ขั้นวิเคราะห์ปัญหา 3) ขั้นเสนอแนวทางการแก้ปัญหา 4) ขั้นตรวจสอบผล และ 5) ขั้นนำไปประยุกต์ใช้

3) นำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม จากนั้นดำเนินการแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำ

4) นำแบบวัดการแก้ปัญหเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ใช้การเลือกแบบเจาะจง ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและภาษา จากนั้นนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence :IOC) พบว่าแบบวัดทักษะการแก้ปัญหามีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 (ภาคผนวก ง,น.178) จากนั้นปรับปรุงแก้ไขแบบวัดทักษะการแก้ปัญหตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

5) นำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเมืองชุมพรบ้านเขาถล่ม สังกัดสำนักงานเขตประถมศึกษาชุมพร เขต 1 จังหวัดชุมพรที่เคยเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2560 จำนวน 28 คน โดยพิจารณาคะแนนจากเกณฑ์การประเมินที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น

6) นำคะแนนของนักเรียนที่ได้จากการประเมินโดยผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ท่านไปวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของเพียร์สัน (Pearson) (สมนึก กัททิษธานี, 2551 น.85) พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.81 (ภาคผนวก ง ,น.184)

7) นำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาที่พัฒนาคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยวัดทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแบบวัดชุดเดียวกัน

2. แบบประเมินการพัฒนาการแก้ปัญหา

1) ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญหา เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา

2) ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินจากหนังสือและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

3) สร้างแบบประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งสร้างขึ้นตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของ จอห์น ดิวอี้ (John Dewey, 1976) เป็นแบบสังเกตพฤติกรรม โดยผู้วิจัยกำหนดประเด็นการประเมิน 5 หัวข้อ คือ 1) ขั้นเตรียมการ 2) ขั้นวิเคราะห์ปัญหา 3) ขั้นเสนอแนวทางการแก้ปัญหา 4) ขั้นตรวจสอบผล และ 5) ขั้นนำไปประยุกต์ใช้ กำหนดเกณฑ์ การประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) มีค่า 5 ระดับ ตามวิธีของเคิร์ท (Likert Scale) โดยกำหนดให้มีระดับการมาถาค่าดังนี้ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้และควรปรับปรุง มีคะแนนเป็น 5,4,3,2 และ 1 ตามลำดับ

4) นำแบบประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม จากนั้นดำเนินการแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำ

5) นำแบบประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ใช้การเลือกแบบเจาะจง ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์และ ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและภาษา จากนั้นนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence :IOC) พบว่าแบบประเมินมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 (ภาคผนวก ง ,น.179)

6) นำแบบประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาที่มีคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.3.2.3 ด้านทักษะการทำงานเป็นทีม

1. แบบวัดทักษะการทำงานเป็นทีม

1) ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการทำงานเป็นทีม

2) สร้างแบบวัดทักษะการทำงานเป็นทีมซึ่งเป็นอัตนัย ผู้วิจัยกำหนดประเด็นในการวัด 1) การวัดด้านกระบวนการทำงาน 2) ความเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี 3) ความสัมพันธ์กับสมาชิกในทีมกำหนดเกณฑ์ การประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) มีค่า 5 ระดับ ตามวิธีของเคิร์ท (Likert

Scale) โดยกำหนดให้มีระดับการมาณาค่าดังนี้ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้และควรปรับปรุง มีคะแนนเป็น 5,4,3,2 และ 1 ตามลำดับ

3) นำแบบวัดทักษะการทำงานเป็นทีมเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม จากนั้นดำเนินการแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำ

4) นำแบบวัดทักษะการทำงานเป็นทีมเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ใช้การเลือกแบบเจาะจง ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและภาษา จากนั้นนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence :IOC) พบว่าแบบวัดทักษะการทำงานเป็นทีม มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.67 -1.00 (ภาคผนวก ง ,น.180) และนำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไข

5) นำแบบวัดทักษะการทำงานเป็นทีมไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเมืองชุมพรบ้านเขาถล่ม สังกัดสำนักงานเขตประถมศึกษาชุมพร เขต 1 จังหวัดชุมพรที่เคยเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2560 จำนวน 28 คน โดยพิจารณาคะแนนจากเกณฑ์การประเมินที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น

6) นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้สูตรหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2558, น.200-201) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.81

7) นำแบบวัดทักษะการทำงานเป็นทีมที่พัฒนาคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยวัดทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

3.3.3 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ผ่านเทคโนโลยีหุ่นยนต์

1) ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

2) สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ผ่านเทคโนโลยีหุ่นยนต์ เป็นแบบสอบถาม 2 ด้าน 1) กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ 2) ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ มีมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) จำนวน 16 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยเกณฑ์ค่าเฉลี่ยแบบสอบถามความพึงพอใจ มีดังนี้ คือ

5 คะแนนเฉลี่ย 4.50 - 5.00 ความคิดเห็น มากที่สุด

4 คะแนนเฉลี่ย 3.50 - 4.49 ความคิดเห็น มาก

3 คะแนนเฉลี่ย 2.50 - 3.49 ความคิดเห็น ปานกลาง

2 คะแนนเฉลี่ย 1.50 - 2.49 ความคิดเห็น น้อย

1 คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.49 ความคิดเห็น น้อยที่สุด

3) นำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ผ่านเทคโนโลยีหุ่นยนต์เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม จากนั้นดำเนินการแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำ

4) นำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ผ่านเทคโนโลยีหุ่นยนต์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ใช้การเลือกแบบเจาะจง ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและภาษา จากนั้นนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence :IOC) พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.67 – 1.00 (ภาคผนวก ง, น.181-182) และนำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไข

5) นำแบบสอบถามความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ผ่านเทคโนโลยีหุ่นยนต์ ไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเมืองชุมพรบ้านเขาล้อม สังกัดสำนักงานเขตประถมศึกษาชุมพร เขต 1 จังหวัดชุมพรที่เอนเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2560 จำนวน 28 คน โดยพิจารณาคะแนนจากเกณฑ์การประเมินที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น

6) นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้สูตรหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2558, น.200-201) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.80

7) นำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ผ่านเทคโนโลยีหุ่นยนต์ ที่พัฒนาคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยวัดทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแบบวัดชุดเดียวกัน

3.4 รูปแบบการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามแบบแผนการวิจัยแบบการทดลองกลุ่มเดียว One-Group Pretest-Posttest Design (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2538, น.247) แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	ก่อนสอบ	ดำเนินการ	หลังสอบ
E	T1	X	T2

E แทน กลุ่มตัวอย่าง

T1 แทน การสอบก่อนเรียน

X แทน การจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์

T2 แทน การสอบหลังเรียน

3.5 การดำเนินการวิจัย

3.5.1 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดทักษะการความคิดสร้างสรรค์และการออกแบบชิ้นงาน แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาและแบบวัดทักษะการทำงานเป็นทีม ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเมืองชุมพรบ้านเขาถล่ม อำเภอเมืองชุมพร จังหวัดชุมพร สำนักงานเขตพื้นที่ประถมศึกษาชุมพร เขต 1 จำนวน 38 คน ใช้เวลาทดสอบ 2 ชั่วโมงแล้วบันทึกคะแนนกลุ่มตัวอย่างจากการทดสอบครั้งนี้เป็นคะแนนสอบก่อนเรียน (Pre-Test)

3.5.2 ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ผ่านเทคโนโลยีหุ่นยนต์ กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเมืองชุมพรบ้านเขาถล่ม อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร สำนักงานเขตพื้นที่ประถมศึกษาชุมพร เขต 1 จำนวน 38 คน ผู้วิจัยประเมินทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนด้วยแบบประเมินพัฒนาการแก้ปัญหา โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ ทั้งหมด 20 ชั่วโมง หลังจากเสร็จสิ้นแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน ผู้วิจัยประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาและการออกแบบชิ้นงานของนักเรียน ด้วยแบบประเมินพัฒนาการแก้ปัญหาและแบบประเมินการออกแบบชิ้นงาน

3.5.3 นำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดทักษะการความคิดสร้างสรรค์และการออกแบบชิ้นงาน แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาและแบบวัดทักษะการทำงานเป็นทีม ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเมืองชุมพรบ้านเขาถล่ม อำเภอเมืองชุมพร จังหวัดชุมพร สำนักงานเขตพื้นที่ประถมศึกษาชุมพร เขต 1 จำนวน 38 คน ใช้เวลาทดสอบ 2 ชั่วโมงแล้วบันทึกคะแนนกลุ่มตัวอย่างจากการทดสอบครั้งนี้เป็นคะแนนสอบหลังเรียน (Post-Test)

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

- เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ผ่านเทคโนโลยีหุ่นยนต์ โดยการทดสอบค่าที (t-test for Dependent Sample)

3.6.2 ทักษะความคิดสร้างสรรค์และการออกแบบชิ้นงาน

- เปรียบเทียบคะแนนทักษะความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ผ่านเทคโนโลยีหุ่นยนต์ โดยการทดสอบค่าที (t-test for Dependent Sample)

- แบบประเมินการออกแบบชิ้นงาน โดยพิจารณา จากคะแนนรวมในภาพรวมและรายด้าน เพื่อ
คู่มือโน้มพัฒนาการทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

3.6.3 ทักษะการแก้ปัญหา

- เปรียบเทียบคะแนนทักษะการแก้ปัญหาก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ผ่านเทคโนโลยีหุ่นยนต์ โดยการทดสอบค่าที (t-test for Dependent Sample)

- แบบประเมินการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา โดยพิจารณา จากคะแนนรวมในภาพรวมและรายด้าน เพื่อคู่มือโน้มพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหของผู้เรียน

3.6.4 ทักษะการทำงานเป็นทีม

- เปรียบเทียบคะแนนทักษะการทำงานเป็นทีมก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ผ่านเทคโนโลยีหุ่นยนต์ โดยการทดสอบค่าที (t-test for Dependent Sample)

3.6.5 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ผ่านเทคโนโลยีหุ่นยนต์ โดยการทดสอบค่าที (One Sample t-test)

3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.7.1 สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.7.1.1 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ,2538, น.197-198)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ	\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนข้อมูล

3.7.1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ,2538, น.197-198)

$$S.D = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 X แทน คะแนนแต่ละตัวในกลุ่มตัวอย่าง
 $\sum X$ แทน ผลรวมคะแนนแต่ละตัวในกลุ่มตัวอย่าง
 N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3.7.2 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

3.7.2.1 ค่าความเที่ยงตรง (Validity) โดยใช้สูตรการหาค่าความสอดคล้อง IOC (สมนึก ภัททิยธนี, 2546, น.166-167)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1
 $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

3.7.2.2 ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, น.209-2011)

1) ค่าความยากง่าย

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่าย
 R แทน จำนวนคนที่ทำข้อนั้นถูก
 N แทน จำนวนคนทั้งหมดที่ทำข้อนั้น

2) ค่าอำนาจจำแนก

$$D = \frac{R_u - R_L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ D แทน ค่าอำนาจจำแนก
 R_u แทน จำนวนคนกลุ่มเก่งที่ตอบข้อนั้นถูก
 R_L แทน จำนวนคนกลุ่มอ่อนที่ตอบข้อนั้นถูก

N แทน จำนวนผู้เรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

3.7.2.3 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรของ Kuder - Richardson 20 หรือ KR-20 (กาญจนา วิธายุ, 2550, น.192)

$$r_{tt} = \left[\frac{n}{n-1} \right] \left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 P แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ
 q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่งๆ
 n แทน จำนวนข้อสอบแบบทดสอบ
 S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

3.7.2.4 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2558, น.200-201)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{S_i^2}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ α แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม
 n แทน จำนวนข้อของแบบสอบถาม
 S_i^2 แทน คะแนนแปรปรวนของคะแนนรายข้อ
 S_t^2 แทน คะแนนแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

3.7.2.5 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตร ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของเพียร์สัน (Pearson) (สุรวาท ทองบุ, 2550, น.11-114)

$$R_{XY} = \frac{N\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N\sum X^2 - (\sum X)^2][N\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ R_{XY} แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 N แทน จำนวนผู้เรียนที่ทำแบบทดสอบ
 $\sum X$ แทน ผลรวมคะแนนแบบทดสอบที่หาความเที่ยงตรงเชิงสภาพ
 $\sum Y$ แทน ผลรวมคะแนนความรู้ของผู้เรียนที่เป็นเกณฑ์

3.7.3 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

3.7.3.1 เปรียบเทียบทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ผ่านเทคโนโลยีหุ่นยนต์ โดยการทดสอบค่าที (t-test for Dependent sample) (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2538, น.104)

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{n\Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{n-1}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติ t ที่ใช้ในการทดสอบ

D แทน ความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่

N แทน จำนวนคู่

df แทน ความเป็นอิสระมีค่าเท่ากับ $N-1$

3.7.3.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความพึงพอใจกับคะแนนเกณฑ์ โดยใช้การทดสอบค่าที (One Sample t-test) (ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2550)

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณาใน t -Distribution

\bar{x} แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

μ_0 แทน ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์

s แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้มาวิเคราะห์ และนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ออกเป็น 3 ขั้นตอน

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

N	แทน	จำนวนนักเรียน
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
S.D	แทน	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
D	แทน	ความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
$\sum D$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนกำลังสอง
df	แทน	ขั้นความเป็นอิสระ
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติ
p	แทน	ค่าความน่าจะเป็นของผลการทดลองสมมติฐาน
**	แทน	ค่านัยสำคัญทางสถิติ .01

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์

ผู้วิจัยวัดความรู้ความเข้าใจของนักเรียนด้วยแบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยข้อสอบแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ โดยทำการทดสอบก่อนและหลังเรียน จากนั้นนำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทำการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 โดยใช้ค่าที (t-test for Dependent Sample) แสดงผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์

คะแนน	N	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D	ΣD	ΣD^2	df	t	p
ก่อนเรียน	38	15	5.87	2.77	163	881	37	11.93**	.00
หลังเรียน	38	15	10.16	2.38					

**p < .01

จากตารางที่ 4.1 พบว่า หลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ นักเรียนมีคะแนนความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์

ตอนที่ 2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์

ตอนที่ 2.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์

ผู้วิจัยวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนด้วยแบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์แบบอัตนัย มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (Analytic Rubric) กำหนดเกณฑ์ในการประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน 4 หัวข้อ คือ 1) ความคิดคดลองตัว 2) ความคิดยืดหยุ่น 3) ความคิดริเริ่ม และ 4) ความคิดละเอียดลออ โดยทำการทดสอบก่อนและหลังเรียน จากนั้นนำคะแนนมาหา

ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทำการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2.1 โดยใช้ค่าที (t-test Dependent Sample) แสดงผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนทักษะความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์

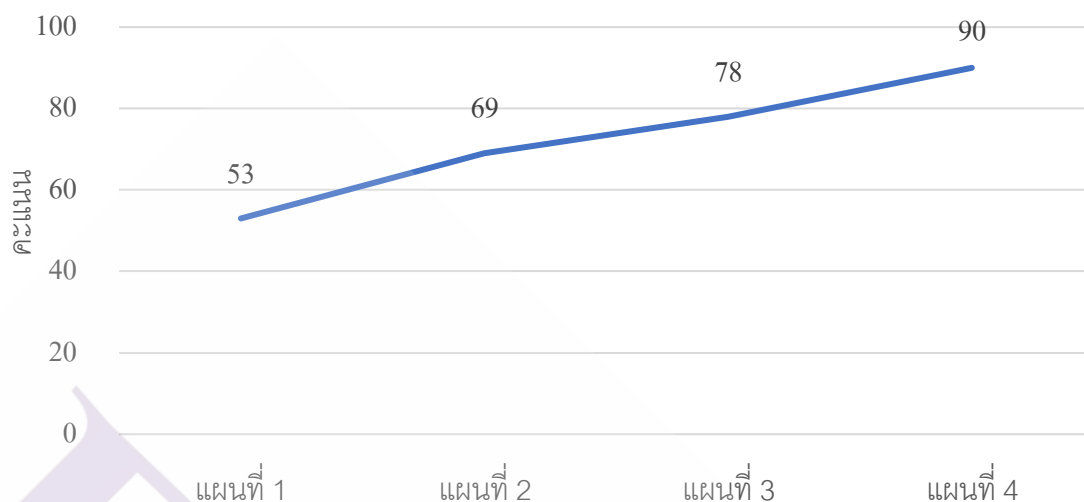
คะแนน	N	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D	$\sum D$	D^2	df	t	p
ก่อนเรียน	38	16	5.39	1.88	189	1055	37	17.40**	.00
หลังเรียน	38	16	10.34	2.39					

**p < .01

จากตารางที่ 4.2 พบว่า หลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ นักเรียนมีคะแนนทักษะความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

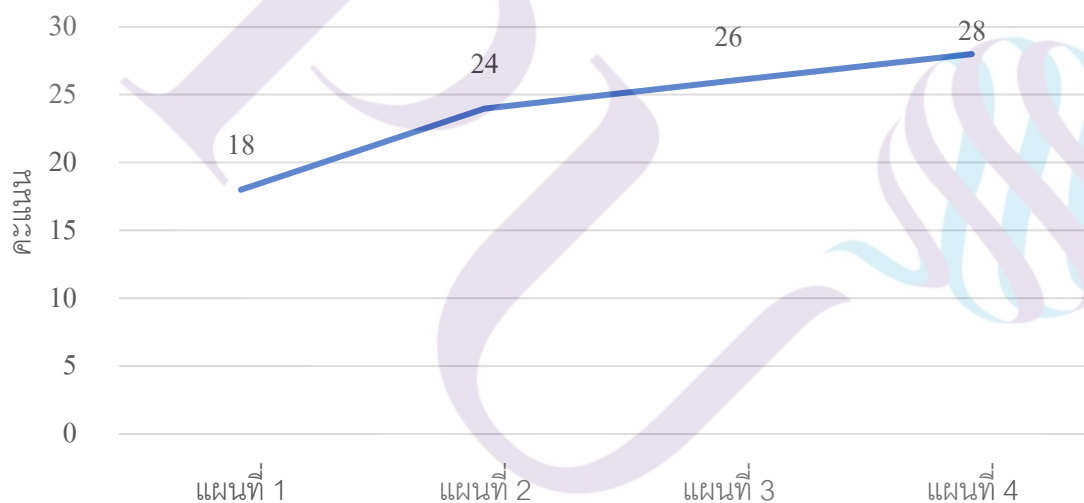
ตอนที่ 2.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบการออกแบบชิ้นงานของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์

ผู้วิจัยประเมินการออกแบบชิ้นงานของนักเรียนด้วยแบบประเมินการออกแบบชิ้นงาน มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (Analytic Rubric) กำหนดเกณฑ์ในการประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน 4 หัวข้อใหญ่ คือ 1) ความคิดสร้างสรรค์ 2)ความสำเร็จของงาน และ 3) ประสิทธิภาพของงาน โดยหัวข้อความคิดสร้างสรรค์ ผู้วิจัยได้ประเมิน 4 ข้อย่อย คือ 1) ความคิดคล่องตัว 2) ความคิดยืดหยุ่น 3) ความคิดริเริ่ม และ 4) ความคิดละเอียดละออ โดยทำการประเมินการออกแบบชิ้นงานของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ จากนั้นนำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ภาคผนวก ง, น. 191) เพื่อยืนยันสมมติฐานข้อที่ 2.1.2 แสดงผลดังแผนภาพที่ 4.1 - 4.8



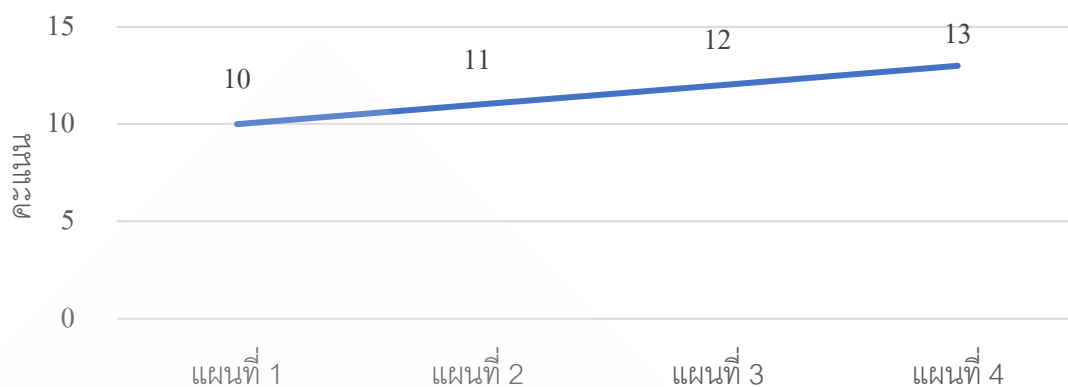
ภาพที่ 4.1 ข้อที่ 1 ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

จากภาพที่ 4.1 แสดงคะแนนภาพรวมการออกแบบชิ้นงาน ข้อที่ 1 ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้สูงขึ้นตามลำดับ (ภาคผนวก ง, น.191)



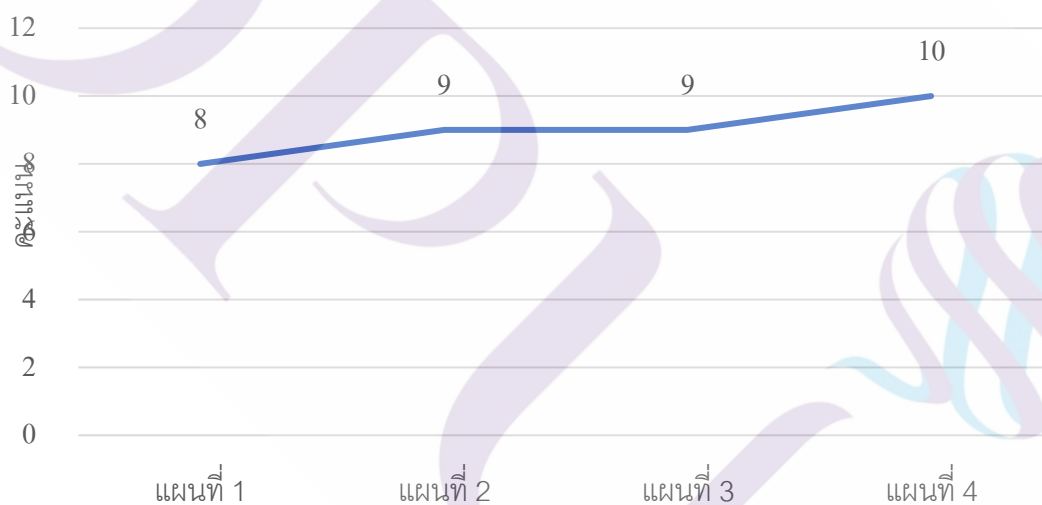
ภาพที่ 4.2 ข้อที่ 1.1 ความคิดค่องตัวของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

จากภาพ 4.2 แสดงคะแนนการออกแบบชิ้นงาน ข้อที่ 1.1 ความคิดค่องตัวของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีคะแนนความคิดค่องตัวสูงขึ้นตามลำดับ (ภาคผนวก ง, น.191)



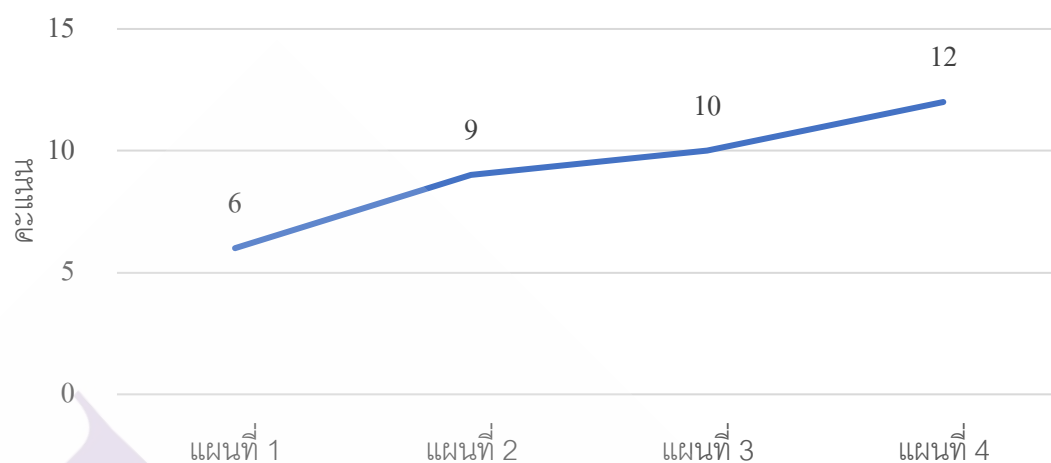
ภาพที่ 4.3 ข้อที่ 1.2 ความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

จากภาพที่ 4.3 แสดงคะแนนการออกแบบชิ้นงาน ข้อที่ 1.2 ความคิดยืดหยุ่นของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้พบว่านักเรียนมีคะแนนความคิดยืดหยุ่นสูงขึ้นตามลำดับ (ภาคผนวก ง, น.191)



ภาพที่ 4.4 ข้อที่ 1.3 ความคิดริเริ่มของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

จากภาพที่ 4.4 แสดงคะแนนการออกแบบชิ้นงาน ข้อที่ 1.3 ความคิดริเริ่มของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีคะแนนความคิดริเริ่มสูงขึ้นตามลำดับ (ภาคผนวก ง, น.191)



ภาพที่ 4.5 ข้อที่ 1.4 ความคิดละเอียดลออของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

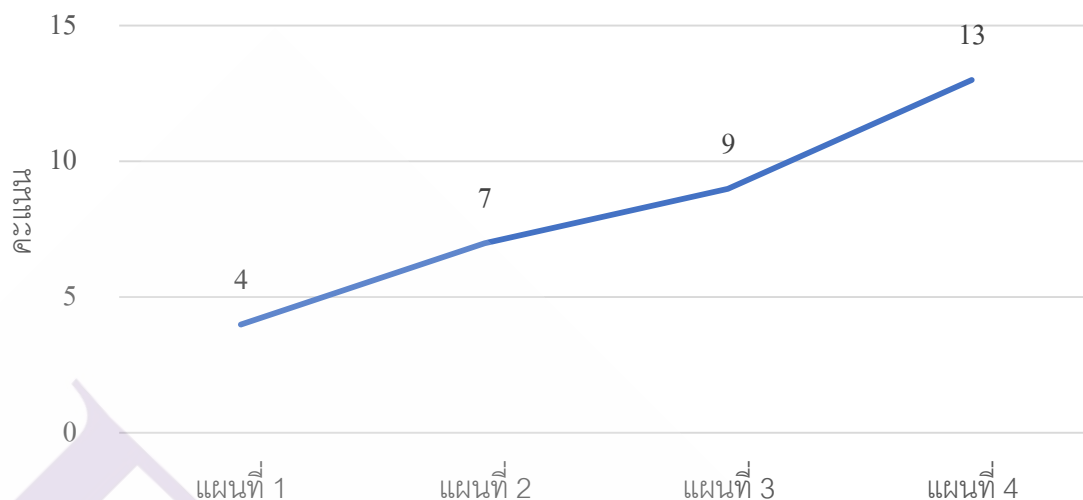
จากภาพที่ 4.5 แสดงคะแนนการออกแบบชิ้นงาน ข้อที่ 1.4 ความคิดละเอียดลออของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีคะแนนความคิดละเอียดลออสูงขึ้น



ตามลำดับ (ภาคผนวก ง,น.191)

ภาพที่ 4.6 ข้อที่ 2 ความสำเร็จของงานของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

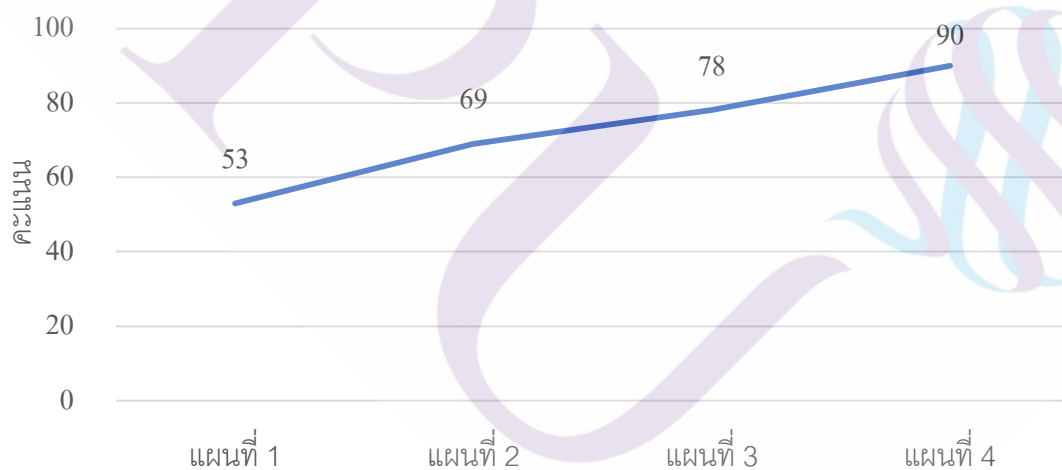
จากภาพที่ 4.6 แสดงคะแนนการออกแบบชิ้นงาน ข้อที่ 2 ความสำเร็จของงานของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีคะแนนความสำเร็จของงานสูงขึ้นตามลำดับ (ภาคผนวก ง,น.191)



ภาพที่ 4.7 ข้อที่ 3 ประสิทธิภาพของงานของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

จากภาพที่ 4.7 แสดงคะแนนการออกแบบชิ้นงาน ข้อที่ 3 ประสิทธิภาพของงานของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีคะแนนประสิทธิภาพของงานสูงขึ้นตามลำดับ (ภาคผนวก ง, น.191)

(ภาคผนวก



ภาพที่ 4.8 แสดงคะแนนรวมของการออกแบบชิ้นงานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

จากภาพที่ 4.8 แสดงคะแนนรวมของการออกแบบชิ้นงานของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีคะแนนการออกแบบชิ้นงานสูงขึ้นตามลำดับ (ภาคผนวก ง, น.191)

ตอนที่ 2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์

ตอนที่ 2.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์

ผู้วิจัยวัดทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนด้วยแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา แบบอัตรัย มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (Analytic Rubric) กำหนดเกณฑ์ในการประเมินทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นตอนปัญหา 2) ขั้นตอนวิเคราะห์ปัญหา 3) ขั้นตอนเสนอแนะวิธีการแก้ปัญหา และ 4) ขั้นตอนตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหา โดยทำการทดสอบก่อนและหลังเรียน จากนั้นนำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทำการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2.2 โดยใช้ค่าที (t – test for Dependent Sample) แสดงผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการแก้ปัญหาก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์

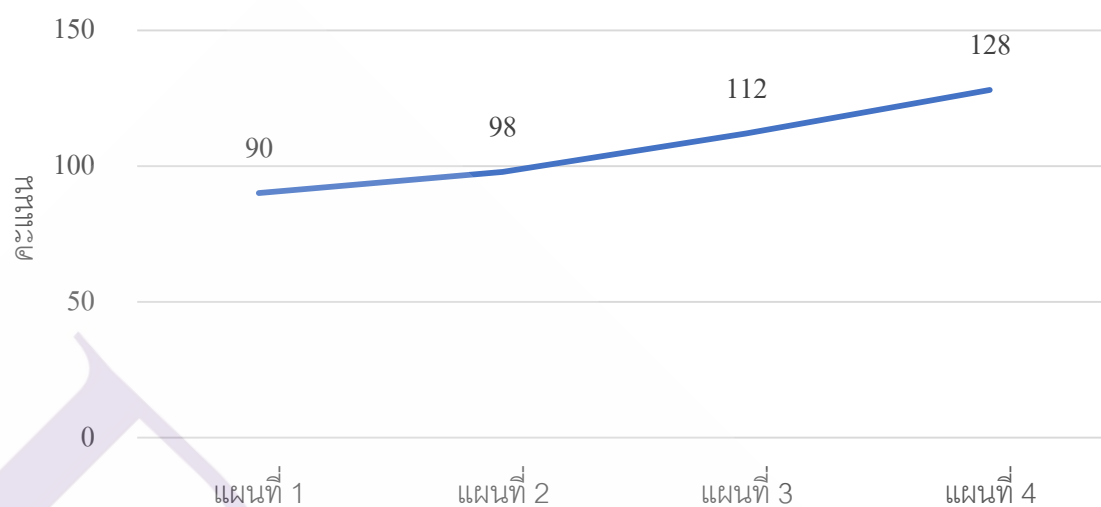
คะแนน	N	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D	ΣD	D^2	df	t	p
ก่อนเรียน	38	36	18.13	2.68	167	849	37	15.36**	.00
หลังเรียน	38	36	22.52	3.23					

**p < .01

จากตารางที่ 4.3 พบว่า หลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ นักเรียนมีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาลงเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

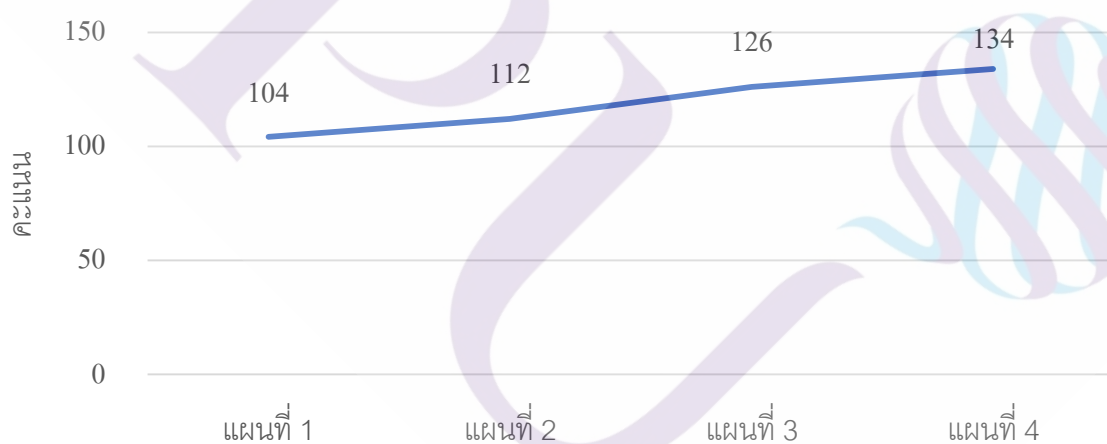
ตอนที่ 2.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนด้วยแบบประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (Analytic Rubric) กำหนดเกณฑ์ในการประเมินทักษะการแก้ปัญหของนักเรียน 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นตอนเตรียมการ 2) การวิเคราะห์ปัญหา 3) การเสนอแนะทางการแก้ปัญหา 4) การตรวจสอบผล และ 5) ขั้นนำไปประยุกต์ใหม่ โดยทำการประเมินนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ จากนั้นนำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ภาคผนวก ง, น.197) เพื่อยืนยันสมมติฐานข้อที่ 2.2 แสดงผลดังภาพที่ 4.9 – 4.14



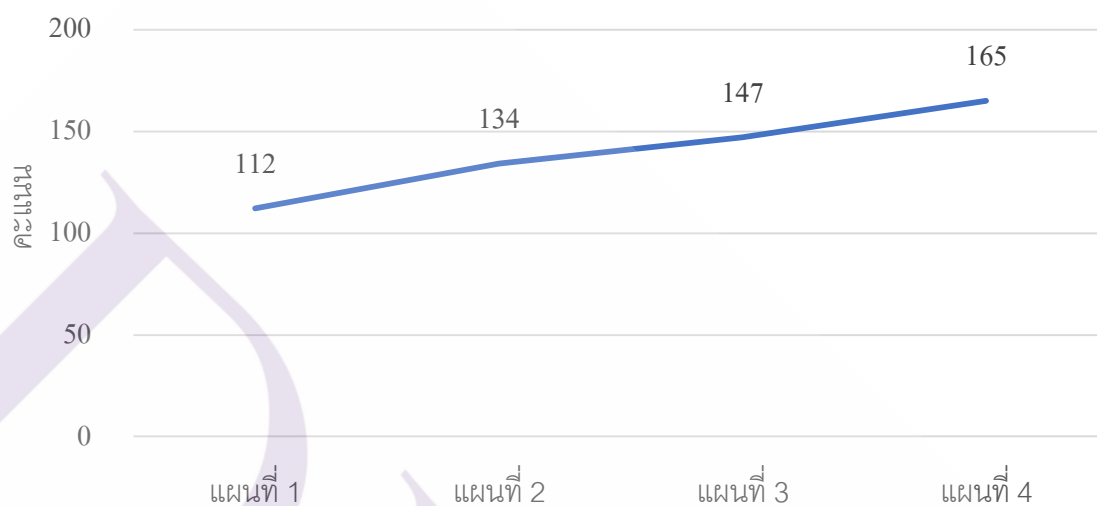
ภาพที่ 4.9 ชั้นที่ 1 การเตรียมการของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

จากภาพที่ 4.9 แสดงคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาในชั้นที่ 1 ชั้นเตรียมการของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาในการเตรียมการสูงขึ้นตามลำดับ (ภาคผนวก ง, น. 197)



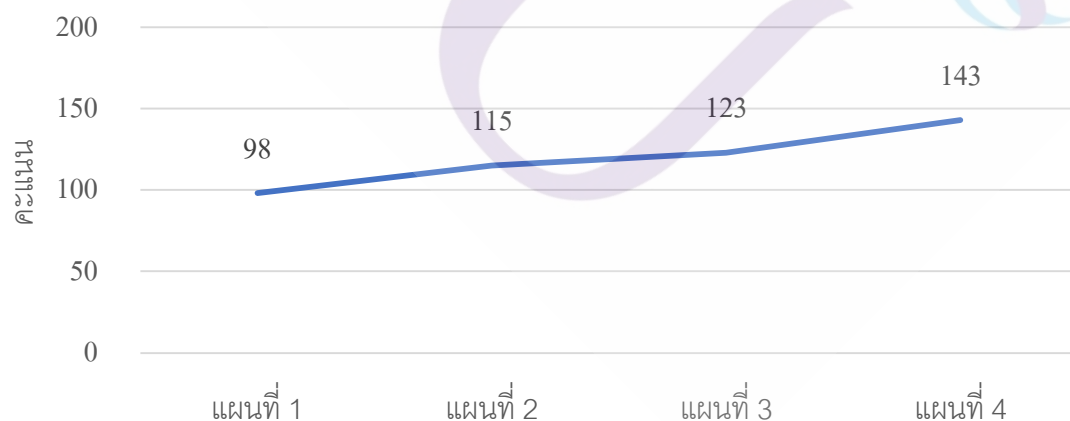
ภาพที่ 4.10 ชั้นที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหาของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

จากภาพที่ 4.10 แสดงคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาในชั้นที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหาของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาในชั้นวิเคราะห์ปัญหาสูงขึ้นตามลำดับ (ภาคผนวก ง,น.197)



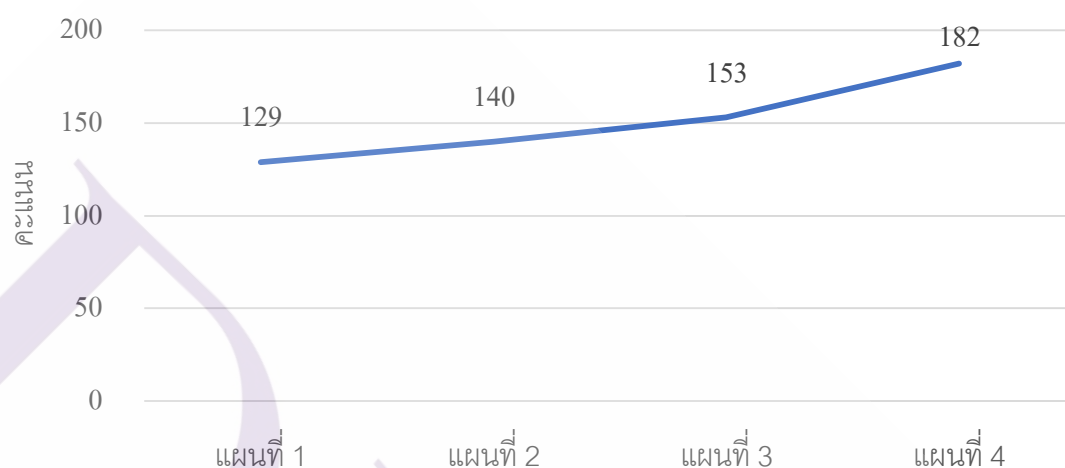
ภาพที่ 4.11 ชั้นที่ 3 การเสนอแนะทางการแก้ปัญหาของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

จากภาพที่ 4.11 แสดงคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาในชั้นที่ 3 การเสนอแนะวิธีการปัญหาของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาในชั้นการเสนอแนะวิธีการแก้ปัญหาสูงขึ้นตามลำดับ (ภาคผนวก ง, น.197)



ภาพที่ 4.12 ชั้นที่ 4 การตรวจสอบผลได้จากปัญหาของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

จากภาพที่ 4.12 แสดงคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาในชั้นที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหาของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาในชั้นการตรวจสอบผลที่ได้จากปัญหาสูงขึ้นตามลำดับ (ภาคผนวก ง, น.197)



ภาพที่ 4.13 ชั้นที่ 5 นำไปประยุกต์ใหม่ได้จากปัญหาของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

จากภาพที่ 4.13 แสดงคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาในชั้นที่ 5 การนำไปประยุกต์ใหม่ที่ได้จากปัญหาของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาในชั้นการนำไปประยุกต์ใหม่ที่ได้จากปัญหาสูงขึ้นตามลำดับ (ภาคผนวก ง, น. 197)



ภาพที่ 4.14 พัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

จากภาพที่ 4.14 แสดงคะแนนภาพรวมพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาสูงขึ้นตามลำดับ (ภาคผนวก ง, น. 197)

ตอนที่ 2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์

ผู้วิจัยวัดทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ ด้วยแบบวัดทักษะการทำงานเป็นทีม โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า ระดับ (Rating Scale) จำนวน 12 ข้อ โดยกำหนดประเด็นในการวัด 3 หัวข้อ ดังต่อไปนี้ คือ 1) กระบวนการทำงานเป็นทีม 2) ด้านความเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี 3) ด้านความสัมพันธ์กับสมาชิกในทีม โดยทำการทดสอบก่อนและหลังเรียน จากนั้นนำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทำการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2.3 โดยใช้ค่าที (t – test for Dependent Sample) แสดงผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบคะแนนทักษะการทำงานเป็นทีมก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์

คะแนน	N	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D	ΣD	D^2	df	t	p
ก่อนเรียน	38	60	33.26	3.77	525	7517	37	31.89**	.00
หลังเรียน	38	60	47.08	3.91					

**p < .01

จากตารางที่ 4.4 พบว่า หลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ นักเรียนมีคะแนนทักษะการทำงานเป็นทีมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์

ผู้วิจัยวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ ด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) จำนวน 16 ข้อ โดยทำการทดสอบหลังเรียน จากนั้นนำคะแนนมาหาค่าเฉลี่ยค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทำการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3 โดยใช้ค่าที (One Sample t-test) แสดงผลดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ โดยเทียบกับเกณฑ์

องค์ประกอบของความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวัน	\bar{X}	S.D.	ระดับความเห็น	คะแนนเกณฑ์	t	p
1.ด้านกิจกรรม	4.17	4.28	มาก	3.5	5.86**	.00
3. ด้านประโยชน์ที่ได้รับ	4.01	5.37	มาก	3.5	4.11**	.00
รวม	4.10	3.61	มาก	3.5	4.18**	.00

**p< .01

จากตารางที่ 4.5 พบว่าหลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ นักเรียนมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ในระดับมากและสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บทที่ 5

สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม โดยการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย สามารถสรุปผลได้ดังต่อไปนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ พิจารณา 3 ด้าน คือ
 - 2.1 ด้านทักษะความคิดสร้างสรรค์และการออกแบบชิ้นงาน
 - 2.2 ด้านทักษะการแก้ปัญหา
 - 2.3 ด้านทักษะการทำงานเป็นทีม
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้บูรณาการเชิงสะเต็มศึกษาแบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ มีความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษาแบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ มีทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยพิจารณา 3 ด้าน คือ
 - 2.1 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้บูรณาการเชิงสะเต็มศึกษาแบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์มีทักษะความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
 - 2.2 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้บูรณาการเชิงสะเต็มศึกษาแบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์มีทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2.3 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้บูรณาการเชิงสะเต็มศึกษาแบบเทคโนโลยี
 หุ่นยนต์มีทักษะในการทำงานเป็นทีมหลังเรียนสูงกว่าก่อน

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้บูรณาการเชิงสะเต็มศึกษาแบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์
 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอยู่ในระดับมาก

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียน
 เมืองชุมพรบ้านเขาถล่ม อำเภอเมืองชุมพร จังหวัดชุมพรสังกัดสำนักงานประถมศึกษาชุมพร เขต 1
 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 2
 ห้องเรียน รวม 38 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการ
 เรียนรู้และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยประกอบไปด้วย แผนการจัดการเรียนรู้เชิง
 บูรณาการสะเต็มศึกษาแบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ แบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ แบบวัด
 ทักษะความคิดสร้างสรรค์ แบบประเมินการออกแบบชิ้นงาน แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา แบบ
 ประเมินการพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา แบบวัดทักษะการทำงานเป็นทีม และแบบสอบถาม
 ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) โดยใช้เวลา 2 ชั่วโมง
 กับกลุ่มตัวอย่างก่อนการจัดการเรียนรู้ด้วยแบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ แบบวัดทักษะ
 ความคิดสร้างสรรค์ แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา จากนั้นดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะ
 เต็มศึกษา ผ่านเทคโนโลยีหุ่นยนต์ ผู้วิจัยประเมินทักษะการแก้ปัญหานักเรียนด้วยแบบประเมิน
 พัฒนาการแก้ปัญหา โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้
 ทั้งหมด 20 ชั่วโมง หลังจากเสร็จสิ้นแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน ผู้วิจัยประเมินพัฒนาการ
 ทักษะการแก้ปัญหาและการออกแบบชิ้นงานของนักเรียน ด้วยแบบประเมินพัฒนาการแก้ปัญหา
 และแบบประเมินการออกแบบชิ้นงาน หลังครบ 4 สัปดาห์ 20 ชั่วโมง จึงนำแบบวัดผลสัมฤทธิ์
 ทางการเรียน แบบวัดทักษะการความคิดสร้างสรรค์และการออกแบบชิ้นงาน แบบวัดทักษะการ
 แก้ปัญหาและแบบวัดทักษะการทำงานเป็นทีมเป็นคะแนนสอบหลังเรียน (Post-Test) ใช้เวลา 2
 ชั่วโมง มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทำการทดสอบสมมติฐานด้วยการทดสอบ
 ค่าทีแบบไม่อิสระต่อกันและการเปรียบเทียบเกณฑ์

5.1 สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ สำหรับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ปรากฏผลดังนี้

5.1.1 ความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.1.2 ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยพิจารณา 3 ด้านคือ

5.1.2.1 ทักษะการความคิดสร้างสรรค์หลังการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.1.2.2 ทักษะการแก้ปัญหาหลังการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.1.2.3 ทักษะการทำงานเป็นทีมหลังการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.1.3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ อยู่ในระดับมาก และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม โดยการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย สามารถอภิปรายได้ดังนี้

5.2.1 ความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ที่ตั้งไว้ โดยการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์นั้นทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่ได้จากการทำการทดลองหุ่นยนต์เป็นการเรียนรู้ที่ได้จากการสร้างองค์ความรู้ได้เกิดจากตัวของผู้เรียนเองทั้งหมด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จำรัส อินทลาภาพรและคณะ (2558, น.70) ได้ศึกษาการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา ที่กล่าวโดยสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่สามารถเชื่อมโยงแนวคิดใน

สาระวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อนักเรียน และ นักเรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ได้และยังสอดคล้องเช่นเดียวกับทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย ของออสเชเบล (Asubel) ที่เน้นให้ความสำคัญของการเรียนรู้ที่มีความหมาย การเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อ นักเรียนได้เชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ หรือข้อมูลใหม่กับความรู้เดิม ในสมองของนักเรียน และยังสอดคล้องกับ สถาพร พงศพิศกุล (2555) ที่กล่าวถึงการส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมไว้ว่า จะต้องให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ทำให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ผ่านการลงมือทำกิจกรรม จนเกิดความรู้ความเข้าใจ นำไปประยุกต์ใช้ สามารถวิเคราะห์และประเมินค่าได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของจาริพร ผลมูล (2557) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและผ่านเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องงานวิจัยของ วรธนะ ปัดชา (2559) ที่ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบสวท ผลที่ได้คือนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์สูงกว่าที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ สวท อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2.2 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์มีทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 โดยพิจารณา 3 ด้าน คือ

5.2.2.1 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ มีทักษะความคิดสร้างสรรค์และการออกแบบชิ้นงานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2.1 ที่ตั้งไว้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ จะช่วยให้นักเรียนนั้นเป็นผู้ลงมือปฏิบัติด้วยตัวเองและสามารถสร้างองค์ความรู้ และพัฒนาออกแบบชิ้นงานขึ้น ซึ่งในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์จะส่งผลให้นักเรียนมีพัฒนาด้านความคิดสร้างสรรค์และการออกแบบเพื่อใช้ในการผ่านภาระกิจที่ตั้งไว้อย่างต่อเนื่องดูได้จาก การประเมินความคิดสร้างสรรค์และการออกแบบชิ้นงานของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ที่สูงขึ้นตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับสิรินภา กิจเกื้อกุล (2558) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นส่งเสริมให้ผู้เรียนทุกคน สามารถสร้างสรรค์ชิ้นงานและมีทักษะในการออกแบบและคิดหาวิธีแก้ปัญหาได้ตามสภาพจริง อีกทั้ง การจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education เป็นการ จัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ได้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงมีการสร้างชิ้นงานขึ้นระหว่างเรียนมี การวัดและประเมินผลตามสภาพจริง โดยมีครูเป็นผู้ให้ความช่วยเหลือ กระตุ้นคำถาม และเสนอแนะความคิดเห็น สอดคล้องกับ พิษและ

ชูด (1974) ได้กล่าวถึงทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นกระบวนการคิดการกระทำเพื่อแก้ปัญหา โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อผลิตผลของความคิดสร้างสรรค์ โดยเน้นความคิดริเริ่มและพัฒนาทางความคิดเพื่อให้ได้ผลิตผลของความคิดสร้างสรรค์ที่มีความแปลกใหม่ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของชวง (Quang,2015) ที่ได้ศึกษาการบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ (STEM) ผ่านการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยการออกแบบของเล่นเชิงเทคนิคของนักเรียนในโรงเรียนของเวียดนาม พบว่า การบูรณาการสะเต็มศึกษาผ่านการออกแบบของเล่นเชิงเทคนิคสำหรับนักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษาของเวียดนาม ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และเห็นประโยชน์ที่เป็นรูปธรรมและแนวทางการบูรณาการสะเต็มศึกษาผ่านการออกแบบของเล่นเชิงเทคนิคมีความเป็นไปได้และมีความสอดคล้องกันกับการพัฒนาความสามารถของนักเรียนในด้านความคิดสร้างสรรค์งาน และยังสอดคล้องงานวิจัยของ สติเมล (Strimel ,2014) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมที่ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ในการออกแบบและสร้างชิ้นงาน ตลอดจนการแก้ปัญหาช่วยให้นักเรียนได้เข้าใจถึงเนื้อหาอย่างลึกซึ้งและยังช่วยส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์ชิ้นงาน

5.2.2.2 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยี หุ่นยนต์ มีทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2.2 ที่ตั้งไว้ โดยดูจากการประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาพร้อมด้วย และเนื่องด้วยจากการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยี หุ่นยนต์ จะมีภารกิจให้นักเรียนแก้ปัญหาในทุกขั้นตอน ทั้งการออกแบบและนำมาใช้งานถ้าใช้งานไม่ได้นักเรียนจะมีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร ทำอย่างไรถึงจะผ่านภารกิจได้ และพัฒนาให้ดีกว่าเดิมได้อย่างไร ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง และยังเน้นให้นักเรียนนำความรู้จากวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรม มาใช้เพื่อการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน โดยในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษาแบบเทคโนโลยี หุ่นยนต์นักเรียนจะได้ทักษะการแก้ปัญหาและพัฒนาผลลัพธ์เพิ่มขึ้นเพื่อให้ประสิทธิภาพของหุ่นยนต์นั้นดีขึ้นไปด้วยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาสูงขึ้นตามลำดับซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของวิจารณ์ พานิช (2555) ที่กล่าวว่า วัฒนธรรมการเรียนรู้แบบใหม่ในศตวรรษที่ 21 ต้องเรียนโดยการปฏิบัติโดยอาศัยโจทย์หรือทำงาน โครงการงาน และเรียนเป็นทีมเพื่อเป้าหมายของการเรียนคือ พัฒนาการรอบด้านอย่างบูรณาการ (Integration Learning) ได้ฝึกทักษะสังคมและทักษะอื่น ๆ อย่างซับซ้อน ในการเรียนตามแนวสะเต็มนั้น ต้องมีการรวบรวมข้อมูล ค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาและประเมิน ความเป็นไปได้ซึ่งจะพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดของกวิน เชื่อมกลาง และสุทธิดา บุญทวี

(2559) ที่กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นกิจกรรมที่ออกแบบมาเพื่อเติมเต็มการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น โดยการบูรณาการทั้งสามวิชาผ่าน กระบวนการการออกแบบวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering Design Process) เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และสร้างทักษะโดยเน้นการสร้างองค์ความรู้เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาเป็นการเรียนรู้จากประสบการณ์จริงที่เน้นความสนุกและ ทำทาย ซึ่งสะเต็มศึกษา ไม่ได้มุ่งเน้นเพียงเนื้อหาสาระ ทักษะ และกระบวนการที่จำเป็นในการทำความเข้าใจและแสวงหาองค์ความรู้ แต่สะเต็มศึกษาได้ให้ความสำคัญกับ กระบวนการในการนำความรู้เหล่านี้มาใช้ประกอบการคิด ค้นหาค้นคว้า และคัดเลือก วิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตและการทำงานอีกด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ วรรณภา เหล่าไพศาลพงษ์ (2554) ที่ได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ที่จัดการเรียนรู้แบบกระบวนการแก้ปัญหา ก่อนและหลังการทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของประดิษฐ์ ประสิทธิ์ศิลป์ชัย (2557, บทคัดย่อ) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่าความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา และกลุ่มควบคุมที่สอน โดยวิธีสอนแบบปกติ กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่สอน โดยวิธีสอนโดยแบบปกติ

5.2.2.3 นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยี หุ่นยนต์ มีทักษะการทำงานเป็นทีมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐาน ข้อที่ 2.3 ที่ตั้งไว้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นให้ผู้เรียนนั้นได้ทำกิจกรรมร่วมกับนักเรียนคนอื่น ๆ สร้างปฏิสัมพันธ์ที่ดี มีการช่วยเหลือ การแสดงความคิดเห็น การปรึกษาหารือ เกิดภาวะผู้นำและผู้ตาม และการระดมความคิดร่วมกันกับเพื่อนของนักเรียน จากการทำกิจกรรมร่วมกันนั้น ซึ่งจะสามารถทำให้นักเรียนสามารถสร้างหุ่นยนต์ที่จะผ่านภารกิจได้ประสบผลสำเร็จบรรลุตามวัตถุประสงค์ และยังเป็นการส่งเสริมทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนให้สูงขึ้น สอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558) ได้กล่าวไว้คือ การจัดกิจกรรมโดยวิธีนี้มีข้อดีที่ผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมได้ตลอดเวลาและต่อเนื่อง นักเรียนเรียนรู้กระบวนการทำงานกลุ่มและการปรับตัวในการทำงาน บทบาทของสมาชิกภายในกลุ่ม การทำงานเป็นทีม เพื่อที่จะขับเคลื่อนงานให้ประสบผลสำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ อีกทั้งสอดคล้องกับมัลลิกา วิษุภกรอิงครัต (2553) ที่กล่าวถึงการทำงานเป็นทีมไว้ว่า การร่วมทำกิจกรรมโดยมีวัตถุประสงค์เดียวกัน สนับสนุน

ช่วยเหลือ ใช้ทักษะประสบการณ์ร่วมกันอย่างเต็มความสามารถ และมีการประสานงานอย่างดี เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว และสามารถพัฒนาองค์การให้บรรลุเป้าหมายสูงสุดของทีมได้ สอดคล้องกับสุนทร พลงวงศ์ (2551) ที่ได้กล่าวถึงแนวคิดเกี่ยวกับการทำงานเป็นทีมว่าการทำงานเป็นทีมทำให้เกิดประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลนั้น ต้องมีการแบ่งทั้งงาน หน้าที่และความรับผิดชอบให้บุคลากรตามความรู้ความสามารถ รวมทั้งความถนัดของแต่ละบุคคล ผู้บริหารต้องตระหนักว่าบุคลากรมีความสามารถที่แตกต่างกัน มีความเชี่ยวชาญคนละด้าน การทำงานด้วยความร่วมมือร่วมใจ ท่วมเทกำลังความคิดและสติปัญญา ซึ่งจะนำไปสู่ความสำเร็จของงาน การทำงานจะให้ผู้บริหารนั้นสร้างเงื่อนไข เพื่อให้บุคคลนั้นดำเนินการไปในทิศทางเดียวกันจนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ร่วมกันได้

5.2.3 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ อยู่ในระดับมากและสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ที่ตั้งไว้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง นักเรียนมีอิสระในการคิด การวางแผนงานและการออกแบบจนนำไปสู่การสร้างสรรค์ชิ้นงาน นักเรียนสนุกกับการทำกิจกรรม มีแรงจูงใจในการคิดทำและการเรียนรู้ต่อไป ตัวอย่างเช่น “ชอบที่ได้ทำการออกแบบสร้างหุ่นยนต์มากกว่านั่งเรียนทฤษฎี” “มีความท้าทายในการสร้างหุ่นยนต์ในการผ่านภารกิจต่าง ๆ” “ได้นำเทคโนโลยีมีส่วนร่วมในการเรียน” นอกจากนี้นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งเป็นการส่งเสริมทักษะการทำงานเป็นทีมได้เป็นอย่างดี ทำให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนนักเรียนคนอื่น ๆ และเรียนรู้ที่จะทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ จึงส่งผลให้นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ซึ่งสอดคล้องกับสมยศ นาวิการ (2537, น.155) ที่ได้กล่าวว่าความพึงพอใจเป็นสิ่งสำคัญที่กระตุ้นให้นักเรียนทำงานที่ได้รับมอบหมายหรือการปฏิบัติกิจกรรมให้บรรลุผลตามจุดประสงค์ของครูสอนและยังสอดคล้องกับ แครทวูด และคณะ (1964, p.95) ที่กล่าวว่าเวลาที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติในสิ่งที่นักเรียนสนใจส่งผลให้เกิดความพึงพอใจ ซึ่งเป็นผลที่เกิดขึ้นหลังจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ แสดงในรูปของความสนุกสนาน และความยินดี ซึ่งกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษาแบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์นั้น ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงและเกิดความสนุกสนานระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของจาริพร ผลมูล (2557, บทคัดย่อ) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ระดับดี (เฉลี่ย 3.51) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ วรณธนะ ปัดชา (2558, บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่องอัตราส่วน

ตรีโกณมิติ พบว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

5.3 ข้อค้นพบ

การจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษาแบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ ผู้เรียนจะได้มีการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมไปพร้อม ๆ กันทุกด้าน โดยนักเรียนที่มารวมกลุ่มกันในการผ่านภารกิจต่าง ๆ นักเรียนจะมีการรวมกันของนักเรียนกลุ่มเก่งกับนักเรียนกลุ่มอ่อนซึ่งความสามารถนั้นจะทำให้ให้นักเรียนจะแตกต่างกัน แต่ทุกคนจะช่วยกันพัฒนาไปพร้อมกันจากภารกิจที่ได้ และนักเรียนกลุ่มเก่งอาจจะมีทักษะทางด้านความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการแก้ปัญหาที่น้อยกว่านักเรียนกลุ่มอ่อน ทำให้เกิดการรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน การร่วมมือกันทำงานเป็นทีม มีบรรยากาศที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ มีความสนุกสนาน และส่งเสริมพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมเพิ่มขึ้นอีกด้วย

5.4 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม โดยการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษาแบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้สำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 จากผลการวิจัย พบว่าความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีพัฒนาการเรียนรู้ที่ดีขึ้น และยังรวมถึงทักษะการเรียนรู้และการออกแบบชิ้นงานที่มีแนวโน้มสูงขึ้นตามลำดับ ดังนั้นผู้บริหารและครูผู้สอนควรรีการสนับสนุนการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษาแบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ในชั้นเรียนให้เพิ่มมากขึ้นและอย่างสม่ำเสมอ และหลังจากการเปลี่ยนแปลงหลักสูตรสาระวิชาวิทยาศาสตร์ได้นำเทคโนโลยีเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมเข้ามาซึ่งจะทำให้การใช้หุ่นยนต์เข้ามามีส่วนร่วมนั้นตอบโจทย์ร่วมด้วย

5.3.1.2 การจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการของกลุ่ม 4 กลุ่มสาระวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมที่ให้นักเรียน ได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ทำความเข้าใจกับปัญหาค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา วางแผนและดำเนินการ มีการประเมินผล และนำเสนอผลลัพธ์จากการแก้ปัญหา ดังนั้นครูอาจเป็นเพียงผู้ให้คำแนะนำมากกว่าผู้ที่สอนให้ปฏิบัติ

5.3.1.3 ครูผู้สอนควรจัดสภาพแวดล้อมให้มีความเอื้ออำนวยแก่นักเรียนในการทำกิจกรรม

5.3.1.4 ครูผู้สอนควรดูแลนักเรียนในการทำกิจกรรมอย่างใกล้ชิดและทั่วถึงทั้งชั้นเรียน รวมถึงให้คำแนะนำแก่นักเรียนที่มีข้อซักถาม สงสัยหรือมีปัญหาในการทำกิจกรรม

5.3.1.5 เมื่อจบแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ควรให้นักเรียนมีการเปลี่ยนกลุ่ม เพื่อให้ นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนคนอื่น ๆ ภายในห้องเรียน นักเรียนได้ฝึกภาวะความเป็นผู้นำ อีกทั้งยังเป็นการสร้างความสัมพันธ์และส่งเสริมการทำงานร่วมกันเป็นทีมได้ดียิ่งขึ้น

5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ควรนำการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษาไปทดลองนักเรียนในระดับชั้นอื่น ๆ และประยุกต์ใช้กับกลุ่มสาระวิชาอื่น ๆ

5.3.2.2 ควรมีการศึกษากิจการการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับการพัฒนาทักษะในด้านอื่น ๆ ที่สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

5.3.2.3 ควรมีการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ก่อนนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

5.3.2.4 ควรมีการทดลองนำไปใช้กับนักเรียนที่มีสมาธิในการเรียนสั้น เพื่อเป็นการพัฒนาให้นักเรียนเหล่านี้มีความสนใจในการเรียนมากยิ่งขึ้น

5.3.2.5 ควรเพิ่มทักษะการเขียนโปรแกรมเข้าไปในการจัดการเรียนรู้เพื่อเพิ่มทักษะการคิดแบบอัลกอริทึม การทำงานเป็นขั้นตอนผ่านระบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์เข้าร่วมด้วย



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- กมลฉัตร กล่อมอิม. (2558). *การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาสำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู*. เพชรบูรณ์: มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
- กมลฉัตร กล่อมอิม. (2559). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วย การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ. *วารสารศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*.
- กมลรัตน์ หล้าสูงษ์. (2528). *จิตวิทยาการศึกษา (Educational Psychology)*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ . (2539) . *คู่มือการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน* . กรุงเทพฯ : ศูนย์ สภาลาดพร้าว.
- กรมวิชาการ.กระทรวงศึกษาธิการ. 2535. *ความคิดสร้างสรรค์ หลักการ ทฤษฎี การเรียนการสอน การวัดผลประเมินผล (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ
- กวิน เชื้อมกลาง และสุทธิดา บุญทวี. (2559). นาวาฝ่าวิกฤต: ตัวอย่างการเพิ่มระดับความเข้มข้นทางวิชาการในการออกแบบและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษา. *นิตยสาร สสวท*, 44(200), 17-22.
- กาญจนา วัฒายุ. (2550). *การวิจัยเพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ธนพรการพิมพ์.
- จำรัส อินทลาภาพร. (2558). การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็ม ศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา. *Veridian E-Journal, Silpakorn University*, 8(1), 62-74
- จารีพร ผลมูล. (2557). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3: กรณีศึกษา ชุมชนวังตะกอก จังหวัดชุมพร. *การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 34 มหาวิทยาลัยขอนแก่น*. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น

- จินตนา ณ ระยอง. (2545). *การทำงานเป็นทีม*. กรุงเทพฯ: อมรการพิมพ์.
- จิราณี เมืองจันทร์. (2557). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ STAD แบบผสมผสานเรื่อง คำสั่งควบคุมการทำงานของโปรแกรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท)*. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ชูศรี วงศ์ตนะ. (2550). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 10)*. นนทบุรี: ไทยเนรมิตกิจอินเทอร์เน็ตโปรดักส์.
- ชนกนันท์ พะสุโร. (2558). *ผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่องสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านบ่อหิน จังหวัดยะลา (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชลาริป์ สมาหิโต. (2557). *เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ การจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ สำหรับปฐมวัย*. กรุงเทพฯ: สมาคมอนุบาลแห่งประเทศไทย.
- ชูศรี วงศ์ตนะ. (2550). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. นนทบุรี: ไทยเนรมิต กิจอินเทอร์เน็ตโปรดักส์.
- ณัฐพันธ์ เขจรนันท์และคณะ. (2546). *กลยุทธ์การสร้างองค์ความรู้คุณภาพ*. กรุงเทพฯ: ธรรมกมลการพิมพ์.
- ทิพย์วรรณ มูลทองชุน. (2535). *การพัฒนาแบบสอบอัตนัยประยุกต์เพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท)*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิสนา แจมมณี. (2543). *เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการการจัดการเรียนการสอน โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญโมเดลชิปปา*. นครสวรรค์: สำนักงานการประถมศึกษาอำเภอลาดยาว.
- นวนน้อย บุญวงษ์. (2539). *หลักการออกแบบ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์

- นัสนรินทร์ ป้อชา. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา). สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- นิตยา ภูผาบาง. (2559). การใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง พลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลัง เพื่อพัฒนาทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา
- บุตรี จารุโรจน์. (2549). ภาวะผู้นำและการพัฒนาทีมงาน (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- บุปผชาติ ทัพทิกรณ์. (2551). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอน (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.
- ประดิษฐ์ ประสิทธิ์ศิลป์ชัย. (2557). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนลำปางวิทยาคม. สืบค้น 13 มกราคม 2562, จาก <http://www.lampao.ac.th/downloads/published/>
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2551). การพัฒนาการคิด. กรุงเทพฯ: เทคนิคพรินติ้ง.
- ประสาธ อิศรปริดา. (2523). จิตวิทยาการเรียนรู้กับการสอน. กรุงเทพฯ: กราฟิเคอาร์ท.
- ปริญญา จเรวัชต์ และคณะ. (2546). ความพึงพอใจของเกษตรกรผู้ผลิตและผู้ใช้เสบียงสัตว์ จังหวัดสุพรรณบุรี (รายงานวิจัย) ใน การฝึกอบรมหลักสูตรพัฒนานักวิจัยกรมปศุสัตว์เบื้องต้น รุ่นที่ 1. กรุงเทพฯ: กรมปศุสัตว์กระทรวงเกษตรและสหกรณ์การเกษตร.
- ปริญดา เลิศศรีมงคล. (2555). ผลของโปรแกรมฝึกการกำกับอารมณ์ที่มีต่อทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6. วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา.
- พัฒนพงษ์สิกา. (2551). การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นผลมาจากการทดสอบคุณภาพการศึกษาระดับชาติปีการศึกษา 2548 ของจังหวัดอุดรดิตถ์ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา). อุดรดิตถ์: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์.

- พันธ์ ทองชุมนุม. (2544). *การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา*. ปัตตานี: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- มนตรี จุฬวัฒน์ทล. (2556). *สะเต็มศึกษาประเทศไทยและทูตสะเต็ม (STEM Education Thailand and STEM Ambassadors)*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, มหาวิทยาลัย. (2557). *ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ประกันคุณภาพการศึกษา มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีพระเจ้าเกล้าพระนครเหนือ.
- มัลลิกา วิชชุกรองครัด. (2553). *การศึกษาการทำงานเป็นทีมของพนักงานครูเทศบาลสังกัดเทศบาลเมืองชลบุรี*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- มานะ อินทสว่าง. (2556). *การใช้นวัตกรรม ชุดทดลองสำหรับจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ไฟฟ้ากระแสตรง*. (รายงานวิจัย)
- มีนกาญจน์ แจ่มพงษ์. (2559). *การพัฒนาชุดฝึกทักษะแบบสเต็มศึกษาเพื่อการสร้างสร้งค์ชิ้นงาน เรื่อง พลังงานรอบตัว* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
- รัตน์ดาวัล วรรณปะเถาว์. (2558). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา. *วารสารการบริหารและนิเทศการ ศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 8(3), 137-147.
- ล้วน สายยศ, และอังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์. วิจารย์ พานิช. (2555). *วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรีสฤษดิ์วงศ์.
- ลักขณา สริวัฒน์. (2549). *การคิด*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- วรรณชนะ ปัดชา. (2559). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท*. เรื่อง อัตราร่วมตรีโกณมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดห้วยจรเข้มหาวิทยาลัย (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

- วรรณภา เหล่าไพศาลพงษ์. (2554). การศึกษาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและความสนใจในการเรียนภาษาไทย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้แบบกระบวนการแก้ปัญหา กับการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครู (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วรรณ รุ่งลักษณ์ศิริ. (2551). ผลของการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. (รายงานวิจัย). กรุงเทพฯ: โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วาริ ธิระจิต. (2534). การพัฒนาการสอนสังคมศึกษาระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วารุณี หนองห้าง. (2553). ทักษะการคิดพื้นฐานวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหนองห้างพิทยา จังหวัดกาฬสินธุ์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนเพื่อให้เกิดมโนคติของบรูเนอร์ (การศึกษาค้นคว้าอิสระ). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- วิภาวี ศิริลักษณ์. (2557). การพัฒนาตัวบ่งชี้ทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- วิโรจน์ สารรัตนะ. (2556). กระบวนทัศน์ใหม่ทางการศึกษากรณีทัศนคติต่อการศึกษาศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัดทิพย์วิสุทธิ.
- วุทธิศักดิ์ โภชนกุล. (2552). ทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ. สืบค้น 11 กันยายน 2560, จาก <http://www.pochanukul.com>.
- ศูนย์ประกันคุณภาพการศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. (ม.ป.ป.). การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 . สืบค้น 1 พฤศจิกายน 2561, จาก http://www.qa.kmitnb.ac.th/qa_edu.php.
- ศูนย์ส่งเสริมศึกษาแห่งชาติ. (2557). คู่มือเครือข่ายส่งเสริมศึกษาสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- ศูนย์ส่งเสริมศึกษาแห่งชาติ. (2558). คู่มือเครือข่ายส่งเสริมศึกษาสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

สง่า ภูณรงค์. (2540). ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิผลในการปฏิบัติงานของศึกษานิเทศก์ตาม
อำนาจหน้าที่ของสำนักงานศึกษานิเทศก์อำเภอ และความพึงพอใจของข้าราชการสำนักงาน
ศึกษานิเทศก์ในเขตการศึกษา 7 (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). เชียงใหม่:
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท). (2558). หลักสูตรอบรมศึกษานิเทศก์.
กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท). (2557). ความรู้เบื้องต้นสะเต็ม
(พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
กระทรวงศึกษาธิการ.

สถาพร พุฒตมิกุล. (2555). คุณภาพผู้เรียน...เกิดจากกระบวนการเรียนรู้ Quality of Students Derived
from Active Learning Process. วารสารการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา, 6(2), 1-13

สมนึก ภัททิยชนิ. (2546). การวัดผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 4). กทม. : ประสานการพิมพ์.

สมยศ นาวิการ. (2537). การติดต่อสื่อสารขององค์การ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์บรรณกิจ.

สมศักดิ์ ภู่วิภาดาบรรณ. (2537). เทคนิคการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ:
ไทยวัฒนาพานิช.

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. (2542). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ
พุทธศักราช 2542. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558). สะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION). วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัย
นเรศวร, 17(2), 201-202.

สุกัญญา ยุติธรรมนนท์. (2539). ผลการใช้กระบวนการคิดแก้ปัญหาอนาคตตามแนวคิดของทอร์เรนซ์
ที่มีต่อ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (วิทยานิพนธ์
ปริญญาโทมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุคนธ์ สินธพานนท์, วรรัตน์ วรรณเลิศลักษณ์, พรณี สินธพานนท์. (2555). พัฒนาทักษะ การคิดตาม
แนวปฏิรูป การศึกษา. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพรินต์.

- สุนทร พลวงค์. (2551). *การพัฒนาการทำงานเป็นทีมของบุคลากรในสังกัดกองการศึกษาเทศบาลตำบลท่าสะอาดอำเภอเขาคา จังหวัดหนองคาย* (การศึกษาระดับปริญญาโทบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
- สุนันท์ สังข์อ่อง. (2555). *หลักสูตรและการสอนสำหรับศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: วิทยาลัยครุศาสตร์มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- สุนันทา เลहनันท์. (2551). *การสร้างทีมงาน* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: แอนด์เมคสติกเกอร์แอนด์ดีไซน์.
- สุนันทา เลहनันท์. (2551). *การสร้างทีมงาน*. กรุงเทพฯ: แอนด์เมคสติกเกอร์แอนด์ดีไซน์.
- สุพรรณิ ชาญประเสริฐ. (2557). *สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*. *วารสาร สสวท*, 42(186),
- สุภาพร ศรีศิลป์. (ม.ป.ป.). *ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม*. สืบค้น 28 ตุลาคม 2560, จาก <https://www.gotoknow.org/posts/509888>.
- สุมาลี ชัยเจริญ. (2557). *การออกแบบการสอนหลักการทฤษฎีสู่การปฏิบัติ*. ขอนแก่น: โรงพิมพ์แอนนาออฟเซต.
- สุรวาท ทองบุ. *การวิจัยทางการศึกษา*. มหาสารคาม: อภิชาติการพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2551). *20 วิธีการจัดการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ ภาพพิมพ์
- อนุชา โสมาบุตร. (2556). *แนวความคิดการจัดการเรียนรู้สำหรับครูในศตวรรษที่ 21*. สืบค้น 30 ตุลาคม 2560, จาก <https://teacherweekly.wordpress.com>.
- อภิรดี สีนวล. (2547). *ความสามารถในการแก้ปัญหาของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดกิจกรรมเล่นิทานฉงน* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อภิสิทธิ์ ชงไชย. (2556). *เทคโนโลยีและวิศวกรรมคือ อะไรในสะเต็มศึกษา*. *นิตยสาร สสวท*, 42(185), 35-37.
- อมรลักษณ์ ปรีชาหาญ. (2533). *ความพึงพอใจของเกษตรกรที่มีต่อบทบาทของสหกรณ์สารภีจำกัด* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต). เชียงใหม่: สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้.
- อารี พันธุ์ฉนิ. (2537). *ความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: ดันอ้อ.
- อารี รังสินันท์. (2526). *ความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: ชนการพิมพ์.

- อุไรวรรณ ภูจำพล. (2559). การศึกษาผลการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้า และแม่เหล็กไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัย บัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 12(1), 243-250.
- อุษณีย์ โพธิสุข และคณะ. (2544). *สร้างสรรค์นักคิด คู่มือการจัดการศึกษาสำหรับผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านทักษะทางการคิดระดับสูง* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- เอ็ดเวิร์ด เดอ โบโน. (2550). *สอนศิษย์ให้คิดเก่ง*. กรุงเทพฯ: รุ่งเรืองรัตน์พรินติ้ง จำกัด.

ภาษาต่างประเทศ

- Bloom, B. (1976). *Human characteristics and school learning*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- De Bono, Edward. (1982). *Lateral thinking : A text book of creativity*. Harondswort : Penquin Book.
- Dewey, J. (1976). *Moral principle in education*. Boston: Houghton Mifflin Co.
- Diana, L. R. (2012). Integrated STEM Education through Project-Based Learning. Retrieved on January 28, 2014, from <http://www.rondout.k12.ny.us/-commonpages/DisplayFile.aspx?itemId=16466975>
- Dilivan, K. D., & Dilivan, M. N. (2014). Student Interest in STEM Disciplines: Results from a Summer Day Camp. *Journal of Extension*, 52(1), 1–7. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eft&AN=94950051&site=ehostlive>
- Edward M. Reeve. (2013). *Implementing science, technology, mathematics, and engineering (STEM) education in Thailand and in ASEAN*. A Report Prepared for The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST).
- Freud, S. (1964). *Group psychology and the analysis of the ego sigmund freud*. New York: Bantam Books.
- Gagne, R. M. (1970). *The Condition of learning*. New York: Holt, Rinchart and Winston.
- Good, Carter V. (1973). *Dictionary of education*. New York: McGraw-Hill Book Company.

- Guilford, J.P. (1967). *The nature of human intelligence*. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Krathwohl, D. R., Bloom, B. S., & Masia, B. B. (1964). Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals, Hand book II: Affective domain. New York: David Mckay Company In corporated.
- Lantz, H.B. (2009). *Science, Technology, engineering, and mathematics (STEM) education whay form? what function?.* Retrieved December 01, 2015, from <https://dornsife.usc.edu/assets/sites/1/docs/jep/STEMEducationArticle.pdf>
- Maslow, A. (1970). *Motivation and personality*. New York: Harper and Row Publishers.
- O'neil, T. L., Yamagata, j. Y.&Togioka,s. (2012). *Teaching stem means teacher learning*. Phi delta: kappan.
- Parker EJ and Jamieson LM. (2007, May 2). Oral health comparisons between children attending health service and a Government school dental Service in a regional location. *Rural Remote Health, 7 (2)*, 625.
- Partnership for 21 st Century Skills. (2009). *Framework for 21 st Century Learning*. Retrieved from http://www.p21.org/storage/documents/P21_Framework_Definitions.pdf
- Piaget, J.(1962). *Play, dreams and imitation in childhood*. New York: W.W. Norton.
- Piltz, A. and R. Sund. (1974). *Creative teaching of science in the elementary school*. Boston : Allyn and Bacon, Inc.
- Polya, George.(1957). *How to solve it*. Garden City, New York: Double Anchor Book.
- Quang, L. T., Hoang, L. H., Chaun, V. D., Nam, N. H., Anh, N. T., & Nhung, V. T. (2015). *Integrated Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) education through active experience of designing technical toys in vietnamese schools.*
- Strimel, G. (2014). Shale gas extraction: Drilling into current issues and making STEM connections. *Technology and EngineeringTeacher, 73(5)*, 16-24.
- Torrance, E.P. and R.E. Myers. (1962). *Creative learning and teaching*. New York: Good,Mead and Company.

Tyler, Ralph W. (1950). *Basic principles of curriculum and instruction*. Chicago: The University of Chicago press.

Wallach, M. A. and kogan N. (1965). *Model of thinking in young children*. New York: Holt, Rinehartandwinston..

Weir, J.J. (1974). Problem solving every body's problem. *The Science Teacher*. 4, 16-18.





ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือ



รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

1. ผศ.ดร. บุญล้อม ต้วงวิเศษ

วุฒิการศึกษา

ครุศาสตรบัณฑิต การศึกษาพิเศษ

การศึกษามหาบัณฑิต การศึกษาพิเศษ

การศึกษาคุศฎบัณฑิต หลักสูตรและการสอน

สถาบันการศึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

มหาวิทยาลัยนเรศวร

ตำแหน่งวิชาการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์

สถานที่ทำงาน

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

2. ผศ.ดร. ฉัตรชัย พะวงษ์

วุฒิการศึกษา

กศ.บ. ฟิสิกส์

วท.ม. ฟิสิกส์

Ph.D. Physics

สถาบันการศึกษา

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยมหิดล

ตำแหน่งวิชาการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์

สถานที่ทำงาน

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย

เทคโนโลยี

ราชมงคลกรุงเทพ

3. ผศ.ดร. ดิงหา ประสิทธิ์พงศ์

วุฒิการศึกษา

การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาศาสตร์-ฟิสิกส์

การศึกษามหาบัณฑิต ฟิสิกส์

ปร.ด. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษา วิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยีศึกษา

สถาบันการศึกษา

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

มหาวิทยาลัยมหิดล

ตำแหน่งวิชาการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์

สถานที่ทำงาน

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

4. ดร. สุนิษา สาลีพวง

วุฒิการศึกษา

กศ.บ. วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์

กศ.ม. การบริหารการศึกษา

กศ.ด. การทดสอบและวัดผลการศึกษา

สถาบันการศึกษา

มหาวิทยาลัยบูรพา

มหาวิทยาลัยบูรพา

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ตำแหน่งวิชาการ

รองผู้อำนวยการโรงเรียน

สถานที่ทำงาน

โรงเรียนเขานกกรรจวิทยาคม ตำบลเขานกกรรจ

อำเภอเขานกกรรจ จังหวัดสระแก้ว

5. ดร. สกาวรัตน์ จรุงนันทกาล

วุฒิการศึกษา

การศึกษาระดับบัณฑิต วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์

ศึกษาศาสตร์บัณฑิต วัดผลประเมินผลระดับมัธยมศึกษา

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สถิติประยุกต์

การศึกษาดุษฎีบัณฑิต การทดสอบและวัดผลการศึกษา

สถาบันการศึกษา

มหาวิทยาลัยบูรพา

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ตำแหน่งวิชาการ

ศึกษานิเทศก์ชำนาญการพิเศษ

สถานที่ทำงาน

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3

รายการเครื่องมือที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ

1. แผนการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์

- ผศ.ดร. สิงหา ประสิทธิ์พงศ์
- ผศ.ดร. บุญล้อม คิ้วงวิเศษ
- ดร. สกาวรัตน์ จรุงนนทกาล

2. แบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์

- ผศ.ดร. สิงหา ประสิทธิ์พงศ์
- ผศ.ดร. ภัทรชัย พะวงษ์
- ดร. สุนิษา สาลีพวง

3. แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา

- ผศ.ดร. สิงหา ประสิทธิ์พงศ์
- ผศ.ดร. บุญล้อม คิ้วงวิเศษ
- ดร. สกาวรัตน์ จรุงนนทกาล

4. แบบประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา

- ผศ.ดร. สิงหา ประสิทธิ์พงศ์
- ผศ.ดร. บุญล้อม คิ้วงวิเศษ
- ดร. สกาวรัตน์ จรุงนนทกาล

5. แบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์

- ผศ.ดร. ภัทรชัย พะวงษ์
- ผศ.ดร. บุญล้อม คิ้วงวิเศษ
- ดร. สุนิษา สาลีพวง

6. แบบประเมินการออกแบบและการสร้างสรรค์ชิ้นงาน

- ผศ.ดร. ภัทรชัย พะวงษ์
- ผศ.ดร. บุญล้อม คิ้วงวิเศษ
- ดร. สุนิษา สาลีพวง

7. แบบวัดทักษะการทำงานเป็นทีม

- ผศ.ดร. ภัทรชัย พะวงษ์
- ผศ.ดร. บุญล้อม คิ้วงวิเศษ
- ดร. สกาวรัตน์ จรุงนนทกาล

8. แบบสอบถามความพึงพอใจ

- ผศ.ดร. สิงหา ประสิทธิ์พงศ์
- ผศ.ดร. บุญล้อม คิ้วงวิเศษ
- ดร. สุนิษา สาลีพวง



ภาคผนวก ข
ตัวอย่างเครื่องมือ

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยี หุ่นยนต์
2. ตัวอย่างแบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์
3. ตัวอย่างแบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์
4. ตัวอย่างแบบประเมินการออกแบบชิ้นงาน
5. ตัวอย่างแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา
6. ตัวอย่างแบบประเมินพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา
7. ตัวอย่างแบบวัดทักษะการทำงานเป็นทีม
8. ตัวอย่างแบบสอบถามความพึงพอใจ

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

วิชาวิทยาศาสตร์
เรื่อง โบลิ่งहरรรษา

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
เวลาการสอน 5 ชั่วโมง

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

- วิทยาศาสตร์

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

การงานอาชีพและเทคโนโลยี

สาระที่ 2 การออกแบบและเทคโนโลยี

มาตรฐาน ง 2.1 เข้าใจเทคโนโลยีและกระบวนการเทคโนโลยี ออกแบบและสร้างสิ่งของเครื่องใช้ หรือวิธีการ ตามกระบวนการเทคโนโลยีอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ เลือกใช้เทคโนโลยีในทางสร้างสรรค์ต่อชีวิต สังคม สิ่งแวดล้อม และมีส่วนร่วมในการจัดการเทคโนโลยีที่ยั่งยืน

สาระที่ 3 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

มาตรฐาน ง 3.1 เข้าใจคุณค่าและใช้กระบวนการเทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูล การเรียนรู้ การสื่อสาร การแก้ปัญหา การทำงานและอาชีพอย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และมีคุณธรรม

- คณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

การบูรณาการความรู้วิศวกรรมศาสตร์

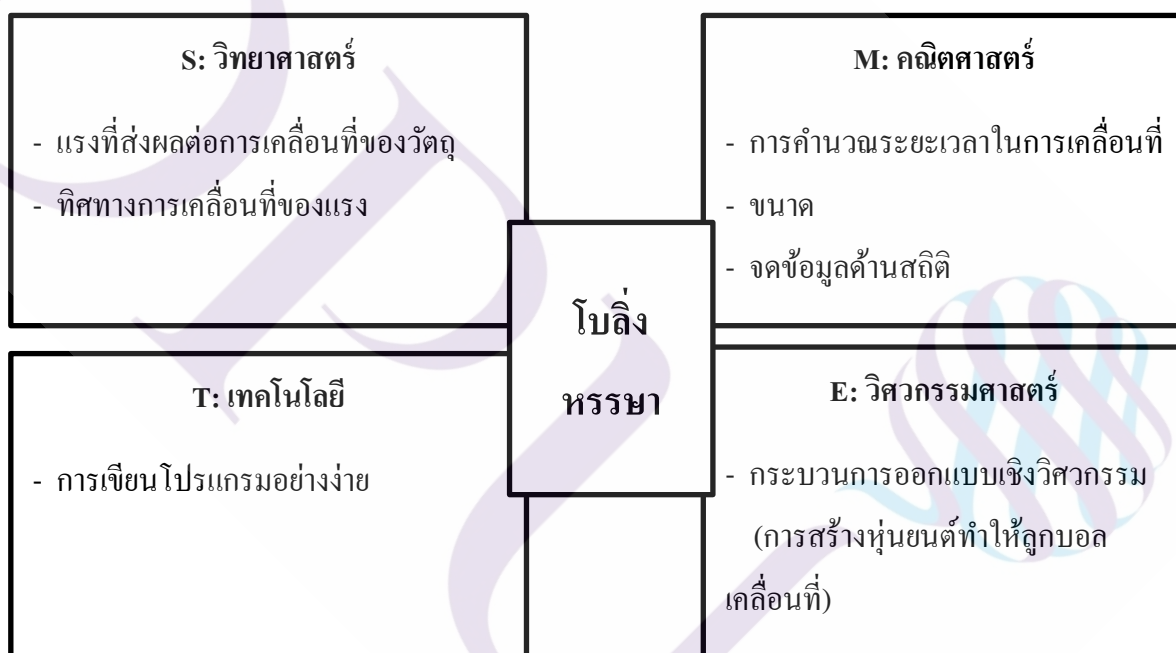
- วิศวกรรมศาสตร์ การบูรณาการความรู้ทางด้านวิศวกรรมศาสตร์สำหรับระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานจะเกี่ยวกับการออกแบบ (Design) วางแผน(Planning) การแก้ปัญหา (Problem Solving) การใช้องค์ความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ มาสร้างสรรค์ผลงาน ภายใต้ข้อจำกัดและเงื่อนไข (Constraints and Criteria) ที่กำหนด

-

1. สาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
- เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ	- การบันทึกข้อมูลและการเปรียบเทียบข้อมูล	- การสร้างสิ่งประดิษฐ์ตามกระบวนการเทคโนโลยีและการฝึกคิดสร้างสรรค์ - การจัดการสารสนเทศประกอบด้วย การเตรียมข้อมูล การประมวลผลข้อมูล การเก็บข้อมูล การแสดงผล

2. กรอบแนวคิด



3. สารสำคัญ

แรงเสียดทาน หมายถึง แรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัสดุสองชิ้น โดยผิววัตถุหนึ่งด้านการเคลื่อนที่ของผิวอีกวัตถุหนึ่ง โดยทิศทางของแรงเสียดทานนั้นจะมีทิศตรงกันข้ามกับทิศที่วัตถุเคลื่อนที่ไป เช่น เวลาที่เราเตะลูกฟุตบอลไปบนสนามหญ้า จะเกิดแรงเสียดทานระหว่างพื้นผิวของลูกฟุตบอลและพื้นสนาม โดยทิศทางของแรงเสียดทานจะตรงข้ามกับทิศที่ลูกฟุตบอลเคลื่อนที่ไป จึงด้านการเคลื่อนที่ของลูกฟุตบอล ทำให้ลูกฟุตบอลเคลื่อนที่ช้าลงจนกระทั่งหยุดนิ่ง

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับแรงต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน
2. นักเรียนสามารถอธิบายทิศทางของแรงที่กระทำต่อวัตถุได้
3. นักเรียนสามารถออกแบบและสร้างหุ่นยนต์ที่ใช้สำหรับปฏิบัติภารกิจที่กำหนดให้ได้มีประสิทธิภาพ
4. นักเรียนสามารถบันทึกข้อมูลและสรุปผลการทดลอง คະแนนที่ได้จากการทำการทดสอบได้ครบถ้วน
5. นักเรียนสามารถทำงานร่วมกันเป็นทีมได้

5. วัสดุอุปกรณ์

- 5.1 Lego EV3 Mindstorms Education 1 ชุด
- 5.2 สนามการแข่งขันขนาดความยาว 2 เมตร
- 5.3 ฟิน โบลิ่งของเล่น จำนวน 1 ชุด

6. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน โบลิ่งหรรษา (30 นาที)

ให้นักเรียนได้ศึกษาการโยนโบลิ่งทาง internet และเว็บไซต์ต่าง ๆ ดูวิธีการโยนการนับคะแนน และศึกษาคติกาของกีฬาโบลิ่ง แล้วออกมาและเปลี่ยนข้อมูลที่ได้จากการศึกษาหน้าชั้นเรียน

ขั้นบูรณาการแบบสะเต็มศึกษา ผ่านเทคโนโลยีหุ่นยนต์

6.1 ขั้นระบุปัญหา (30 นาที)

ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่มสมาชิกแต่ละกลุ่มรวบรวมข้อมูลเรื่อง แรง ซึ่งเป็นหลักการที่จะนำไปสู่การสร้างหุ่นยนต์เพื่อให้หุ่นยนต์นั้นสามารถโยนโบลิ่งได้ และทีมของเราจะสร้างสิ่งประดิษฐ์อย่างไรในการโยนลูกโบลิ่งเพื่อทำให้ได้คะแนนมากกว่าทีมอื่น

6.2 ขั้นการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (30 นาที)

ศึกษาเรื่องแรง ที่เกี่ยวข้องกับการที่จะโยนโบลิ่ง แนวคิดวิธีการสร้างหุ่นยนต์ที่จะมาใช้ในการปล่อยลูกโบลิ่งให้ทำคะแนนได้มากที่สุด

6.3 ขั้นการวางแผนและพัฒนา (60 นาที)

- 1) นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบหุ่นยนต์ที่ใช้ในการโยนโบลิ่ง โดยร่างแนวคิดในการสร้างชิ้นงานลงในใบบันทึกกิจกรรม
- 2) นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองการโยนโบลิ่งลงในใบบันทึกกิจกรรม
- 3) นักเรียนลงมือสร้างหุ่นยนต์จากอุปกรณ์ที่เตรียมไว้และลงมือสร้างตามที่ได้วางแผนไว้

6.4 ขั้นตอนทดสอบและประเมินผล (90 นาที)

- 1) นักเรียนทดสอบหุ่นยนต์ที่สร้างขึ้น โดยการแข่งขันกับทุกกลุ่มเพื่อผู้ชนะ บันทึกคะแนนที่ได้จากการโยนแข่งขันกับทุกกลุ่ม
- 2) ให้นักเรียนใช้เวลาในการปรับปรุง หาแนวทางให้หุ่นยนต์สามารถโยนโบลิ่งได้ดียิ่งขึ้น และบันทึกการปรับปรุงในแต่ละครั้ง โดยการถ่ายภาพการต่อหุ่นยนต์ของกลุ่มเก็บไว้ด้วย จนกระทั่งได้เวลาที่ตามต้องการ

6.5 ขั้นนำเสนอผลลัพธ์ (60 นาที)

- 1) นักเรียนแต่ละกลุ่มออกนำเสนอผลที่ได้จากการออกแบบหุ่นยนต์ พร้อมตารางคะแนนที่ทำได้ รวมถึงการนำเสนอวิธีการปรับปรุงจนได้หุ่นยนต์ดังกล่าว
- 2) นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายถึงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม

7. สื่อการเรียนรู้

7.1 ใบบันทึกผลการทดลอง

8. การวัดและประเมินผล

8.1 วิธีการวัดและประเมินผลการใช้การสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ผ่านเทคโนโลยีหุ่นยนต์

8.2 เครื่องมือที่ใช้ประกอบ

- 8.2.1 แบบประเมินการออกแบบชิ้นงาน
- 8.2.2 แบบประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา
- 8.2.3 แบบวัดทักษะการทำงานเป็นทีม

9. แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

- 9.1 หนังสือและตำราที่เกี่ยวข้อง
- 9.2 เว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง <https://www.bowlingarticle.com/category/bowling/>

ใบบันทึกกิจกรรม เรื่อง โบลิ่งहरषा

วันที่ทำกิจกรรม.....

รายชื่อสมาชิกในทีม

1.ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เลขที่
2.ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เลขที่
3.ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เลขที่
4.ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เลขที่
5.ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เลขที่
6.ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เลขที่

-
1. นักเรียนสามารถโยน โบลิ่งได้อย่างไร โดยให้ใช้หุ่นยนต์เป็นตัวทำภารกิจ

.....

.....

.....

2. วาดภาพการออกแบบหุ่นยนต์



3. ให้นักเรียนสร้างตารางบันทึกผลการทดลอง พร้อมบันทึกผลการทดลอง

4. จากการทำกิจกรรม หุ่นยนต์ที่นักเรียนสร้างขึ้นนั้นมีการพัฒนาขึ้นตลอดหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

นักเรียนคิดว่า หุ่นยนต์ที่นักเรียนสร้างขึ้นจะสามารถนำไปสู่การพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

ตัวอย่างแบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์



แบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนเขียนชื่อ - นามสกุล ลงในกระดาษคำตอบให้ตรงกับช่องว่างที่กำหนดให้ชัดเจน
2. แบบวัดฉบับนี้เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ รวมคะแนน 15 คะแนนเวลาในการทำแบบวัด 30 นาที
3. ให้นักเรียนอ่านคำถามในแต่ละข้อ แล้วพิจารณาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยให้ทำเครื่องหมาย X ให้ตรงกับตัวเลือกในกระดาษคำตอบ
4. ในกรณีที่ต้องการเปลี่ยนคำตอบให้นักเรียนลบให้สะอาด แล้วเขียนเครื่องหมายใหม่ให้ชัดเจน
5. ห้ามขีดเขียนเครื่องหมายใด ๆ ลงในข้อสอบ

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้อง

1. ล้อยางแบบใดที่ส่งผลให้มีการยึดเกาะถนนที่ดีที่สุด
 - ก. ล้อยางที่ไม่มีดอกยาง
 - ข. ล้อยางที่มีดอกยางเยาะ
 - ค. ล้อยางที่มีขนาดหน้ายางแคบ
 - ง. ล้อยางที่เสื่อมสภาพ
2. ถ้ามีแรงกระทำต่อวัตถุในทิศทางตรงกันข้าม โดยค่าของแรงเท่ากันจะเกิดผลอย่างไร
 - ก. วัตถุไม่เคลื่อนที่
 - ข. วัตถุเคลื่อนที่ไปทางขวา
 - ค. วัตถุเคลื่อนที่ไปทางซ้าย
 - ง. ไม่สามารถสรุปได้
3. ปัจจัยใดส่งผลต่อการยิงลูกปิงปองน้อยที่สุด
 - ก. มวลของลูกบอล
 - ข. แรงที่ยิง
 - ค. ระยะทาง
 - ง. มวลของเครื่องยิงลูกปิงปอง

ตัวอย่างแบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์



**แบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5**

คำชี้แจง

1. แบบวัดฉบับนี้เป็นแบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ จำนวน 1 ข้อใหญ่ ประกอบด้วย 4 ข้อย่อย โดยเน้นความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 4 ด้าน โดยใช้เวลากำหนดทำแบบวัดแต่ละด้าน ดังนี้

- | | |
|---------------------|-----------|
| 1.ความคิดคล่องตัว | (5 นาที) |
| 2.ความคิดยืดหยุ่น | (5 นาที) |
| 3.ความคิดริเริ่ม | (10 นาที) |
| 4.ความคิดละเอียดลออ | (10 นาที) |

2. ให้นักเรียนอ่านแบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์และเขียนคำตอบได้อย่างอิสระเท่าที่นักเรียนสามารถจะตอบได้ลงในกระดาษข้อสอบ

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เลขที่.....

1. ให้นักเรียนตั้งคำถามจากคำที่กำหนดให้ต่อไปนี้ ให้ตั้งคำถามให้ได้มากที่สุด เวลา 5 นาที
(ความคิดคล่องตัว)

ความเร็ว

.....

.....

.....

.....

ตึกสูง

.....

.....

.....

.....

ตัวอย่างแบบประเมินการออกแบบชิ้นงาน



แบบประเมินการออกแบบชิ้นงาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

แผนการเรียนรู้ที่.....เรื่อง.....

กลุ่ม.....วันที่ทำการประเมิน...../...../.....

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในตารางที่ตรงกับการประเมินการออกแบบและการ
สร้างสรรค์ชิ้นงานที่สุด โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละรายการประเมิน ดังนี้

3 คะแนน หมายถึง มาก

2 คะแนน หมายถึง ปานกลาง

1 คะแนน หมายถึง น้อย

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	มาก	→	น้อย
	3	2	1
1. ความคิดสร้างสรรค์			
1.1 ความคิดคล่องตัว			
1.2 ความคิดยืดหยุ่น			
1.3 ความคิดริเริ่ม			
1.4 ความคิดละเอียดลออ			
2. ความสำเร็จของงาน			
3. ประสิทธิภาพของงาน			
รวมคะแนน (18 คะแนน)			

เกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1.1 ความคิดริเริ่ม	สร้างหุ่นยนต์และมีแนวคิดที่แปลกใหม่	สร้างหุ่นยนต์ที่มีแนวคิดที่ลอกเลียนคนอื่นมาบ้าง	สร้างหุ่นยนต์ที่มีแนวคิดที่ลอกเลียนคนอื่นทั้งหมด
1.2 ความคิดคล่องแคล่ว	สร้างหุ่นยนต์เสร็จทันในเวลาที่กำหนด	สร้างหุ่นยนต์เสร็จบางส่วนและทันในเวลาที่กำหนด	สร้างหุ่นยนต์ไม่ทันตามเวลาที่กำหนด
1.3 ความคิดยืดหยุ่น	สามารถเปลี่ยนรูปแบบหุ่นยนต์ได้หลายรูปแบบ	สามารถเปลี่ยนรูปร่างหุ่นยนต์ได้บางส่วน	ไม่สามารถแก้ไขเปลี่ยนรูปร่างหุ่นยนต์ได้เลย
1.4 ความคิดละเอียดลออ	หุ่นยนต์มีโครงสร้างที่แข็งแรงคงทน	หุ่นยนต์มีรูปร่างแข็งแรงบางส่วน	หุ่นยนต์ไม่มีความแข็งแรง
2. ความสำเร็จของงาน	สร้างหุ่นยนต์ที่มีประสิทธิภาพสมบูรณ์	สร้างหุ่นยนต์ที่เกือบสมบูรณ์	ไม่สามารถสร้างหุ่นยนต์ได้
3. ประสิทธิภาพของงาน	สามารถนำหุ่นยนต์มาทำการทดลองได้ผลที่ดี	สามารถนำหุ่นยนต์มาทำการทดลองได้บางส่วน	ไม่สามารถนำหุ่นยนต์มาทำการทดลองได้

เกณฑ์การตัดสินการออกแบบชิ้นงาน

คะแนน 13-18 คะแนน หมายถึง ดี

คะแนน 7-12 คะแนน หมายถึง ผ่านการประเมิน

คะแนน 1-6 คะแนน หมายถึง ควรปรับปรุง

ตัวอย่างแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา



แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง

1. แบบวัดฉบับนี้วัดทักษะทางการแก้ปัญหา ประกอบด้วยสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา จำนวน 3 สถานการณ์ โดยแต่ละสถานการณ์จะมีคำถาม 4 ข้อ ใช้เวลาทำแบบวัดทั้งหมด 30 นาที
2. ให้นักเรียนอ่านและวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้เขียนการแก้ปัญหาสถานการณ์ลงในข้อสอบ

ชื่อ-นามสกุล..... ชั้นประถมศึกษาปีที่ เลขที่

สถานการณ์ที่ 1

เมื่อเกิดรถชนขึ้นสิ่งที่เรามักจะคิดเสมอๆ คือ รถคันที่อยู่ข้างหลังมักจะต้องเป็นผู้คิดเสมอไป แต่ในความเป็นจริงไม่ได้เป็นเช่นนั้น ถ้าลองพิจารณาจากวิธีการขับรถบนท้องถนนจะพบว่า ระหว่างรถคันหลังกับรถคันหน้า รถคันหลังสามารถระมัดระวังไม่ให้เกิดอุบัติเหตุการชนได้มากกว่า เช่น ถ้ารถข้างหลังเว้นระยะจากรถข้างหน้าพอสมควรถึงแม้จะเกิดการเบรคกระทันหันของรถคันหน้า รถคันหลังก็สามารถเบรคได้โดยไม่ชน (ต้องใช้ความเร็วตามที่กฎหมายกำหนดไว้ด้วย) การเว้นระยะเป็นปัจจัยสำคัญในการลดการชนกันได้มาก เพราะรถคันหน้าอาจจะต้องเจอกับเหตุการณ์ไม่คาดคิด เช่น อาจมีมอเตอร์ไซค์คน หรือสุนัขวิ่งตัดหน้ารถจนต้องเหยียบเบรคกระทันหัน ในถนนบางสาย เช่น มอเตอร์เวย์จะมีการบอกเตือนระยะระหว่างคันที่ปลอดภัย โดยใช้เครื่องหมายบนถนนคอยบอกเตือนเป็นระยะเพื่อช่วยลดอุบัติเหตุด้วยกัน

ที่มา : www.easyinsure.co.th

1. นักเรียนคิดว่าปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์นี้คืออะไร

.....

2. นักเรียนคิดว่าสาเหตุของปัญหานี้คืออะไร

.....

3. นักเรียนคิดว่าจะสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นนี้ได้อย่างไร

.....

4. นักเรียนคิดว่าผลที่เกิดขึ้นหลังจากการแก้ปัญหาแล้วจะเป็นอย่างไร

.....

ตัวอย่างแบบประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา



แบบประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

แผนการเรียนรู้ที่..... เรื่อง..... ประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่ม..... วันที่ทำการประเมิน...../...../.....

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในตารางที่ตรงกับทักษะการแก้ปัญหานักเรียนมากที่สุด โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละด้าน ดังนี้

ระดับมากที่สุด ให้ 5 คะแนน ระดับมาก ให้ 4 คะแนน ระดับปานกลาง ให้ 3 คะแนน
 ระดับน้อย ให้ 2 คะแนน ระดับน้อยที่สุด ให้ 1 คะแนน

ชื่อ-นามสกุล	เกณฑ์การประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา																									
	ขั้นเตรียมการ					การวิเคราะห์ปัญหา					การเสนอแนะแนวทางการแก้ปัญหา					การตรวจสอบผล					ขั้นนำไปประยุกต์ใหม่					รวม (คะแนน)
1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	25
2																										
3																										

เกณฑ์การตัดสิน

คะแนน 20-25 คะแนน หมายถึง ดีเยี่ยม

คะแนน 16-19 คะแนน หมายถึง ดี

คะแนน 11-15 คะแนน หมายถึง ผ่านการประเมิน

คะแนน 5-10 คะแนน หมายถึง ควรปรับปรุง

เกณฑ์การให้คะแนนในการประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา (เต็ม 25 คะแนน)

รายการประเมิน	คะแนนและคำอธิบายประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา				
	5 คะแนน	4 คะแนน	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
1.ขั้นเตรียมการ	ระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ได้ตรงประเด็น ถูกต้อง ชัดเจนทั้งหมด	ส่วนใหญ่ระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ได้ ตรงประเด็น ถูกต้อง ชัดเจน	ระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ได้ตรงประเด็น และถูกต้อง แต่ยังไม่ชัดเจน	ระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ได้ตรงประเด็น	ระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ได้ตรงประเด็น บ้างบางส่วน
2.การวิเคราะห์ปัญหา	วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นและระบุปัญหาที่สำคัญที่สุดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ได้ รวมถึงระบุสาเหตุที่เกิดขึ้นได้ถูกต้องและตรงประเด็น	ส่วนใหญ่สามารถวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นและระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ได้ รวมถึงระบุสาเหตุที่เกิดขึ้นได้ ถูกต้องและตรงประเด็น	สามารถวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น และระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ได้ รวมถึงระบุสาเหตุที่เกิดขึ้นได้ถูกต้อง	สามารถวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น และระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ได้ ถูกต้อง	ไม่สามารถวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น รวมถึงการระบุสาเหตุที่เกิดขึ้นได้ถูกต้องและตรงประเด็น
3.แนวทางการแก้ปัญหา	สามารถเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาได้ตรงประเด็น ถูกต้อง ชัดเจน ทั้งหมด	ส่วนใหญ่เสนอแนวทางแก้ไขปัญหาได้ตรงประเด็น ถูกต้อง ชัดเจน	สามารถเสนอแนวทางแก้ไขปัญหาได้ตรงประเด็นและ ถูกต้อง แต่ยังไม่ชัดเจน	สามารถเสนอแนวทางการแก้ปัญหาได้ตรงประเด็น	สามารถเสนอแนวทางการแก้ปัญหาได้ตรงประเด็นบ้างบางส่วน

เกณฑ์การให้คะแนนในการประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา (เต็ม 25 คะแนน) (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนและคำอธิบายประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหา				
	5 คะแนน	4 คะแนน	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
4.การตรวจสอบผล	นำแนวทางการแก้ไข ปัญหาไปใช้ แก้ปัญหาได้ทั้งหมด สามารถนำไปใช้ได้ จริง	นำแนวทางการแก้ไข ปัญหาไปใช้ แก้ปัญหาได้เป็น ส่วนมาก สามารถ นำไปใช้ได้จริง	นำแนวทางการแก้ไข ปัญหาไปใช้ แก้ปัญหาได้เพียง บางส่วน สามารถ นำไปใช้ได้จริง	นำแนวทางการ แก้ปัญหาไปใช้ แก้ปัญหาได้เพียง บางส่วน และไม่ สามารถนำไปใช้ได้ จริง	นำแนวทางการ แก้ปัญหาไปใช้ แก้ปัญหาไม่ได้ และ ไม่สามารถนำไปใช้ ได้จริง
5. ขั้่นนำไป ประยุกต์ใช้ใหม่	นำความรู้ความเข้าใจ ไปใช้ในสถานการณ์ ต่าง ๆ ที่มีความ หลากหลาย เพิ่ม ความชำนาญได้ ทั้งหมด	นำความรู้ความเข้าใจ ไปใช้ในสถานการณ์ ต่าง ๆ ที่มีความ หลากหลาย เพิ่ม ความชำนาญได้ บางส่วน	นำความรู้ความเข้าใจ ไปใช้ในสถานการณ์ ต่าง ๆ ที่มีความ หลากหลาย เพิ่ม ความชำนาญได้เพียง บางส่วน	นำความรู้ความเข้าใจ ไปใช้ในสถานการณ์ ต่าง ๆ ที่มีความ หลากหลาย เพิ่ม ความชำนาญได้ เล็กน้อย	นำความรู้ความเข้าใจ ไปใช้ในสถานการณ์ ต่าง ๆ ที่มีความ หลากหลาย เพิ่ม ความชำนาญไม่ได้

ตัวอย่างแบบวัดทักษะการทำงานเป็นทีม



แบบวัดทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ

การจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ชื่อ-นามสกุล.....เลขที่.....วันที่ทำการประเมิน...../...../.....

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในตารางที่ตรงกับพฤติกรรมของนักเรียนมากที่สุด โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละด้าน ดังนี้

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมสม่ำเสมอ ให้ 5 คะแนน ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง ให้ 4 คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง ให้ 3 คะแนน ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมน้อยครั้ง ให้ 2 คะแนน
ไม่เคยปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรม ให้ 1 คะแนน

คำถาม	ระดับของพฤติกรรม มากที่สุด → น้อยที่สุด				
	5	4	3	2	1
ด้านกระบวนการทำงานเป็นทีม					
1.เข้าใจวัตถุประสงค์เป้าหมายของการทำงาน					
2.ร่วมกันกำหนดภารกิจและเป้าหมายให้มีความชัดเจน					
ด้านความเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี					
4.มีการแสดงออกถึงความเป็นผู้นำ					
5.เมื่อเป็นผู้ตามมีพฤติกรรมที่สนับสนุนการทำงานกลุ่ม					
ด้านความสัมพันธ์กับสมาชิกในทีม					
6.มีส่วนร่วมในการทำงานอย่างเต็มที่					

ตัวอย่างแบบสอบถามความพึงพอใจ



**แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา
แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5**

คำชี้แจง

แบบสอบถามนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อต้องการทราบความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ พิจารณา 2 ด้าน คือ 1) ด้านกิจกรรม และ 2) ด้านประโยชน์ที่ได้รับ จึงขอความร่วมมือนักเรียน โปรดตอบแบบสอบถามให้ครบทุกข้อตามความเป็นจริง เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นขอให้นักเรียนตอบให้ตรงกับความคิดเห็นและความรู้สึกที่แท้จริงของนักเรียนมากที่สุด

แบบสอบถามฉบับนี้ แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

1. สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม
2. ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็ม ผ่านเทคโนโลยีหุ่นยนต์

ตอนที่ 1 สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม

เพศ ชาย หญิง

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ผ่านเทคโนโลยีหุ่นยนต์

คำชี้แจง ให้กาเครื่องหมาย ลงในช่องความคิดเห็น

คำถาม	ระดับของพฤติกรรม				
	มากที่สุด			น้อยที่สุด	
	5	4	3	2	1
1. การด้านกิจกรรม					
1.1 กิจกรรมไม่มีความน่าสนใจ ทำท่ายให้อายนักเรียน					
1.2 กิจกรรมช่วยให้นักเรียนอยากมีส่วนร่วมในกิจกรรมและเข้าร่วมกิจกรรมทุกครั้ง					
1.3 กิจกรรมนี้ไม่ได้เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติงานจริง					
1.4 กิจกรรมนี้ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นหมู่คณะ					

คำถาม	ระดับของพฤติกรรม มากที่สุด → น้อยที่สุด				
	5	4	3	2	1
1. การด้านกิจกรรม 1.5 กิจกรรมเน้นการใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 1.6 นักเรียนมีความสุขที่ได้ออกแบบและสร้างสรรค์ออกมาเป็นชิ้นงาน 1.7 นักเรียนได้ฝึกค้นหาปัญหาและสาเหตุของปัญหาด้วยตนเอง 1.8 นักเรียนได้เรียนรู้อย่างสนุกสนานและความสุข					
2. ประโยชน์ที่ได้รับ 2.1 นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์และสร้างชิ้นงานใหม่ๆที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมเป็นพื้นฐาน 2.2 นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาได้ในชีวิตประจำวันได้ 2.3 นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงสาระของวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ได้ 2.4 นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้และมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับผู้อื่น 2.5 นักเรียนเข้าใจสาระวิชาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น 2.6 นักเรียนสามารถวางแผน ออกแบบและลงมือทำการค้นคว้าได้ด้วยตนเอง					
รวม					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ภาคผนวก ค

ภาพการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์

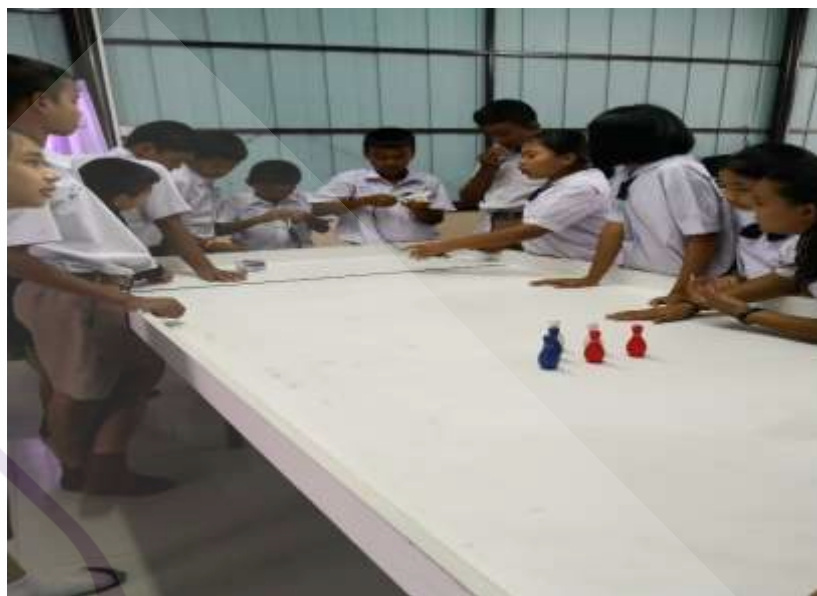




ชั้นระบุปัญหา



การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องและขั้นการวางแผน



การทดสอบและประเมินผล



ชั้นนำเสนอผลลัพธ์

ภาคผนวก ง
การเก็บรวบรวมข้อมูล



ตารางที่ 1 แสดงผลการตรวจสอบคุณภาพของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	1	2	3		
1. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2. เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3. บทบาทของครูผู้สอนมีความสอดคล้องกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4. บทบาทของนักเรียนมีความสอดคล้องกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษาเหมาะสมแก่การนำไปใช้	1	1	1	1.00	ใช้ได้
6. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษามีความสะดวกต่อการนำไปใช้	1	1	1	1.00	ใช้ได้
7. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษามีความชัดเจน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
8. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการนี้สามารถส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม	1	1	1	1.00	ใช้ได้
9. แต่ละขั้นของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกัน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
10. มีการวัดผลและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	0	1	0.67	ใช้ได้

ตารางที่ 2 แสดงผลการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกัน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2. สาระการเรียนรู้มีความชัดเจน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3. กรอบแนวคิดมีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4. สาระสำคัญมีความชัดเจน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	1	1	1	1.00	ใช้ได้
6. วัสดุอุปกรณ์มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	ใช้ได้
7. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	ใช้ได้
8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	ใช้ได้
9. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	0	1	0.67	ใช้ได้

ตารางที่ 3 แสดงผลการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกัน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2. สารการเรียนรู้มีความชัดเจน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3. กรอบแนวคิดมีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4. สารสำคัญมีความชัดเจน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	1	1	1	1.00	ใช้ได้
6. วัสดุอุปกรณ์มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	ใช้ได้
7. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	ใช้ได้
8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	ใช้ได้
9. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	0	1	0.67	ใช้ได้

ตารางที่ 4 แสดงผลการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกัน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2. สารการเรียนรู้มีความชัดเจน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3. กรอบแนวคิดมีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4. สารสำคัญมีความชัดเจน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	1	1	1	1.00	ใช้ได้
6. วัสดุอุปกรณ์มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	ใช้ได้
7. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	ใช้ได้
8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	ใช้ได้
9. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	0	1	0.67	ใช้ได้

ตารางที่ 5 แสดงผลการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกัน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2. สารการเรียนรู้มีความชัดเจน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3. กรอบแนวคิดมีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4. สารสำคัญมีความชัดเจน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	1	1	1	1.00	ใช้ได้
6. วัสดุอุปกรณ์มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	1.00	ใช้ได้
7. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	1.00	ใช้ได้
8. สื่อและแหล่งการเรียนรู้เหมาะสมกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	1	1	1	1.00	ใช้ได้
9. การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	0	1	0.67	ใช้ได้

ตารางที่ 6 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องแบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2	1	0	-1	0.00	ตัดทิ้ง
3	1	0	1	0.67	ใช้ได้
4	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5	1	1	1	1.00	ใช้ได้
6	1	1	1	1.00	ใช้ได้
7	1	1	1	1.00	ใช้ได้
8	1	1	0	0.67	ใช้ได้
9	1	1	1	1.00	ใช้ได้
10	1	1	0	0.67	ใช้ได้
11	1	1	1	1.00	ใช้ได้
12	1	1	1	1.00	ใช้ได้
13	1	1	1	1.00	ใช้ได้
14	1	1	1	1.00	ใช้ได้
15	1	1	1	1.00	ใช้ได้
16	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 7 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ แบบอัตโนมัติโดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5	1	1	1	1.00	ใช้ได้
6	1	1	1	1.00	ใช้ได้
7	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 8 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของเกณฑ์การประเมินการออกแบบชิ้นงาน โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1. ความคิดสร้างสรรค์	1	1	1	1.00	ใช้ได้
1.1 ความคิดตนเอง	1	1	1	1.00	ใช้ได้
1.2 ความคิดยืดหยุ่น	1	1	1	1.00	ใช้ได้
1.3 ความคิดริเริ่ม	1	1	1	1.00	ใช้ได้
1.4 ความคิดละเอียดลออ	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2. ความสำเร็จของงาน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3. ประสิทธิภาพของงาน	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 9 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา แบบอัตโนมัติโดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5	1	1	1	1.00	ใช้ได้
6	1	1	1	1.00	ใช้ได้
7	1	1	1	1.00	ใช้ได้
8	1	1	1	1.00	ใช้ได้
9	1	1	1	1.00	ใช้ได้
10	1	1	1	1.00	ใช้ได้
11	1	1	1	1.00	ใช้ได้
12	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 10 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาโดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1. ขึ้นเตรียมการ	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2. การวิเคราะห์ปัญหา	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3. แนวทางการแก้ปัญหา	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4. การตรวจสอบผล	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5. ขันนำไปประยุกต์ใช้ใหม่	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 11 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินทักษะการทำงานเป็นทีม โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1. เข้าใจวัตถุประสงค์เป้าหมายของการทำงาน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
2. ร่วมกันกำหนดภารกิจและเป้าหมายให้มีความชัดเจน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3. มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	1	1	1	1.00	ใช้ได้
4. ทำงานที่ได้รับมอบหมายส่งทันเวลาที่กำหนด	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5. มีการแสดงออกถึงความเป็นผู้นำ	1	1	1	1.00	ใช้ได้
6. เมื่อเป็นผู้ตามมีพฤติกรรมที่สนับสนุนการทำงานกลุ่ม	1	1	1	1.00	ใช้ได้
7. มีความใส่ใจในข้อเสนอแนะ	1	1	1	1.00	ใช้ได้
8. รับฟังความคิดเห็นของสมาชิกกลุ่มก่อนนำเสนอความคิดเห็นตนเอง	1	1	1	1.00	ใช้ได้
9. มีส่วนร่วมในการทำงานอย่างเต็มที่	1	1	1	1.00	ใช้ได้
10. มีความเต็มใจในการช่วยเหลือสมาชิกในการทำงานกลุ่ม	1	0	1	0.67	ใช้ได้
11. ให้ความสนใจกับการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 12 แสดงผลการประเมินความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1. กิจกรรมไม่มีความน่าสนใจ ทำท่ายให้อายก เรียนรู้	1	1	0	0.67	ใช้ได้
2. กิจกรรมช่วยให้นักเรียนอยากมีส่วนร่วมใน กิจกรรมและเข้าร่วมกิจกรรมทุกครั้ง	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3. กิจกรรมนี้ไม่ได้เน้นให้นักเรียนได้ลงมือ ปฏิบัติงานจริง	1	1	0	0.67	ใช้ได้
4. กิจกรรมนี้ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็น หมู่คณะ	1	1	1	1.00	ใช้ได้
5. กิจกรรมเน้นการใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ผ่านกระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม	1	1	1	1.00	ใช้ได้
6. นักเรียนมีความสุขที่ได้ออกแบบและสร้างสรรค์ ออกมาเป็นชิ้นงาน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
7. นักเรียนได้ฝึกค้นหาปัญหาและสาเหตุของ ปัญหาด้วยตนเอง	1	1	1	1.00	ใช้ได้
8. นักเรียนได้เรียนรู้อย่างสนุกสนานและความสุข	1	1	1	1.00	ใช้ได้
9. เนื้อหาในบทเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ ในชีวิตประจำวัน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
10. นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์และสร้างชิ้นงาน ใหม่ๆที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมเป็นพื้นฐาน	1	1	1	1.00	ใช้ได้
11. นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาได้ใน ชีวิตประจำวันได้	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ข้อที่	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
12. นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงสาระของวิชา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและ วิศวกรรมศาสตร์ได้	1	1	0	0.67	ใช้ได้
13. นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้และมี ปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับผู้อื่น	1	1	1	1.00	ใช้ได้
14. นักเรียนเข้าใจสาระวิชาและกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์มากขึ้น	1	1	1	1.00	ใช้ได้
15. นักเรียนสามารถวางแผน ออกแบบและลงมือ ทำการค้นคว้าได้ด้วยตนเอง	1	1	1	1.00	ใช้ได้
16. นักเรียนมีทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ในการค้นคว้าข้อมูลหรือการนำเสนอผลงานมาก ยิ่งขึ้น	1	1	1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 13 แสดงค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความรู้ความ
เข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ (N = 28)

ข้อ	H	L	p	r	แปลผล
1	10	1	0.39	0.59	คัดเลือกไว้
2	11	4	0.54	0.46	คัดเลือกไว้
3	11	6	0.61	0.38	คัดเลือกไว้
4	9	5	0.50	0.46	คัดเลือกไว้
5	12	7	0.68	0.38	คัดเลือกไว้
6	9	2	0.39	0.52	คัดเลือกไว้
7	10	5	0.54	0.48	คัดเลือกไว้
8	11	8	0.68	0.40	คัดเลือกไว้

ข้อ	H	L	p	r	แปลผล
9	13	5	0.64	0.41	คัดเลือกไว้
10	12	4	0.57	0.59	คัดเลือกไว้
11	6	2	0.29	0.38	คัดเลือกไว้
12	9	3	0.43	0.46	คัดเลือกไว้
13	10	4	0.50	0.45	คัดเลือกไว้
14	8	0	0.29	0.63	คัดเลือกไว้
15	10	4	0.50	0.45	คัดเลือกไว้

หมายเหตุ

- ข้อสอบที่มีคุณภาพทั้งหมด 15 ข้อ มีความยากง่าย (p) ตามเกณฑ์ตั้งแต่ 0.20 - 0.80
ค่าอำนาจจำแนก (r) ตามเกณฑ์ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป
- ข้อสอบมีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.29 - 0.68
มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.38 - 0.59
- แบบวัดความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.97

ตารางที่ 14 แสดงค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ แบบอัตนัย

Correlations

		Teacher 1	Teacher 2
Teacher1	Pearson Correlation	1	0.706**
	Sig.(2-tailed)		.000
	N	28	28
Teacher2	Pearson Correlation	0.706**	1
	Sig.(2-tailed)	.000	
	N	28	28

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

หมายเหตุ แบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์ แบบอัตนัย มีค่าความเชื่อมั่น 0.71

ตารางที่ 15 แสดงค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา แบบอัตนัย

Correlations

	Teacher 1	Teacher 2
Pearson Correlation	1	.805**
Teacher1 Sig.(2-tailed)		.000
N	28	28
Pearson Correlation	.805**	1
Teacher2 Sig.(2-tailed)	.000	
N	28	28

** .Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

หมายเหตุ แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา แบบอัตนัย มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.81

ตารางที่ 16 แสดงคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน เพื่อหาผลต่าง (D) และผลต่างกำลังสอง (D^2) ของความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์

คนที่	ก่อนเรียน (15)	หลังเรียน (15)	D	D^2
1	3	8	5	25
2	4	10	6	36
3	7	12	5	25
4	1	7	6	36
5	10	12	2	4
6	3	7	4	16
7	4	13	9	81
8	2	6	4	16
9	5	11	6	36
10	5	12	7	49
11	7	9	2	4
12	8	11	4	16
13	7	10	3	9

คนที่	ก่อนเรียน (15)	หลังเรียน (15)	D	D^2
14	10	15	5	25
15	6	10	4	16
16	2	10	8	64
17	1	5	4	16
18	3	11	8	64
19	4	12	8	64
20	7	8	1	1
21	11	15	4	16
22	9	13	4	16
23	5	9	4	16
24	6	10	4	16
25	8	14	6	36
26	7	9	2	4
27	3	10	7	49
28	4	7	3	9
29	8	10	2	4
30	7	10	3	9
31	4	8	4	16
32	10	13	3	9
33	11	12	1	1
34	4	9	5	25
35	7	10	3	9
36	4	11	7	49
37	9	10	1	1
38	7	7	0	0
รวม	223	386	163	881
\bar{X}	5.87	10.16	4.29	23.18
S.D	2.77	2.37	2.21	20.90

การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1

Paired Samples Statistics

		N	Mean	Std.Deviation	Std.Error Mean
Pair	ก่อนเรียน	38	5.87	2.772	0.45
1	หลังเรียน	38	10.16	2.377	0.38

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{n\Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{n-1}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติ

D แทน ความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่

N แทน จำนวนคู่

df แทน ความเป็นอิสระมีค่าเท่ากับ N-1

$$t = \frac{163}{\sqrt{\frac{(38 \times 881) - (163)^2}{(38-1)}}}$$

$$t = 11.93$$

ตารางที่ 17 แสดงคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน เพื่อหาผลต่าง (D) และผลต่างกำลังสอง D^2 ของทักษะความคิดสร้างสรรค์

คนที่	ก่อนเรียน (16)	หลังเรียน (16)	D	D^2
1	4	8	4	16
2	5	11	6	36
3	7	13	6	36
4	3	9	6	36
5	8	15	7	49
6	5	10	5	25
7	4	8	4	16
8	6	9	3	9
9	6	11	5	25
10	7	12	5	25
11	9	12	4	16
12	3	9	6	36
13	5	9	4	16
14	7	8	1	1
15	6	11	5	25
16	4	13	9	81
17	5	12	7	49
18	8	10	2	4
19	4	8	4	16
20	5	8	3	9
21	5	9	4	16
22	6	11	5	25
23	9	16	7	49
24	8	14	6	36
25	7	15	8	64
26	4	8	4	16

คนที่	ก่อนเรียน (16)	หลังเรียน (16)	D	D^2
27	3	7	4	16
28	3	8	5	25
29	2	9	7	49
30	4	6	2	4
31	6	10	4	16
32	5	9	4	16
33	3	9	6	36
34	7	13	6	36
35	2	10	8	64
36	6	9	3	9
37	7	13	6	36
38	7	11	4	16
รวม	205	393	189	1055
\bar{X}	5.39	10.34	4.97	27.76
S.D	1.88	2.39	1.76	18.21

การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2.1

การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1

Paired Samples Statistics

		N	Mean	Std.Deviation	Std.Error Mean
Pair	ก่อนเรียน	38	5.39	1.88	0.30
1	หลังเรียน	38	10.34	2.39	0.38

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{n\Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{n-1}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติ

D แทน ความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่

N แทน จำนวนคู่

df แทน ความเป็นอิสระมีค่าเท่ากับ N-1

$$t = \frac{189}{\sqrt{\frac{(38 \times 1055) - (189)^2}{(38-1)}}}$$

$$t = 17.40$$

ตารางที่ 18 แสดงคะแนนการออกแบบชิ้นงานของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

ด้านที่	แผนที่ 1 (108)	แผนที่ 2 (108)	แผนที่ 3 (108)	แผนที่ 4 (108)
1	42	53	57	63
2	7	9	12	14
3	4	7	9	13
รวม	53	69	78	90

ตารางที่ 19 แสดงคะแนนการออกแบบชิ้นงานของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ด้านความคิดสร้างสรรค์รายข้อ

ด้านที่	แผนที่ 1 (72)	แผนที่ 2 (72)	แผนที่ 3 (72)	แผนที่ 4 (72)
---------	---------------	---------------	---------------	---------------

1	18	24	26	28
2	10	11	12	13
3	8	9	9	10
4	6	9	10	12
รวม	42	53	57	63

ตารางที่ 20 แสดงคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน เพื่อหาผลต่าง D และผลต่างกำลังสอง D^2 ของทักษะการแก้ปัญหา

คนที่	ก่อนเรียน (36)	หลังเรียน (36)	D	D^2
1	15	19	4	16
2	14	18	4	16
3	21	28	7	49
4	17	23	6	36
5	16	21	5	25
6	18	19	1	1
7	19	22	3	9
8	22	24	2	4
9	15	18	3	9
10	17	20	3	9
11	16	25	9	81
12	19	24	5	25
13	20	27	7	49
14	21	27	6	36
15	18	22	4	16
16	19	23	4	16
17	21	29	8	64
18	16	20	4	16
19	17	19	2	4

คนที่	ก่อนเรียน (36)	หลังเรียน (36)	D	D^2
20	17	21	4	16
21	19	22	3	9
22	22	27	5	25
23	15	20	5	25
24	16	20	4	16
25	17	21	4	16
26	18	20	2	4
27	23	26	3	9
28	15	21	6	36
29	18	20	2	4
30	19	22	3	9
31	14	19	5	25
32	18	22	4	16
33	17	23	6	36
34	21	24	3	9
35	15	21	6	36
36	17	21	4	16
37	22	28	6	36
38	25	30	5	25
รวม	689	856	167	849
\bar{X}	18.13	22.52	4.39	22.34
S.D	2.68	3.23	1.76	17.40

การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2.2

Paired Samples Statistics

		N	Mean	Std.Deviation	Std.Error Mean
--	--	---	------	---------------	----------------

Pair	ก่อนเรียน	38	18.13	2.68	0.43
1	หลังเรียน	38	22.53	3.23	0.52

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{n\Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{n-1}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบค่าวิฤติ
D แทน ความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่
N แทน จำนวนคู่
df แทน ความเป็นอิสระมีค่าเท่ากับ N-1

$$t = \frac{167}{\sqrt{\frac{(38 \times 849) - (167)^2}{(38-1)}}}$$

$$t = 15.36$$

ตารางที่ 21 แสดงคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

คนที่	แผนที่ 1 (25)	แผนที่ 2 (25)	แผนที่ 3 (25)	แผนที่ 4 (25)
1	12	15	17	20
2	10	14	16	19
3	11	13	17	19
4	12	15	16	18
5	13	15	18	21
6	14	16	18	19
7	10	13	15	18
8	9	11	14	17
9	14	15	17	19
10	15	17	19	21
11	17	19	20	22

คนที่	แผนที่ 1 (25)	แผนที่ 2 (25)	แผนที่ 3 (25)	แผนที่ 4 (25)
12	11	12	14	16
13	14	16	17	19
14	13	15	16	18
15	12	14	15	18
16	17	18	20	22
17	15	16	18	20
18	13	15	17	18
19	15	18	19	20
20	14	16	17	20
21	14	16	18	21
22	17	19	20	23
23	12	14	16	19
24	13	15	17	20
25	11	14	15	18
26	16	17	19	21
27	16	17	18	19
28	17	18	19	22
29	13	15	17	20
30	14	16	17	20
31	19	20	21	24
32	14	17	18	20
33	15	16	17	19
34	13	16	18	20
35	16	17	18	21
36	17	18	20	22
37	13	17	18	20
38	12	14	15	19
รวม	523	599	661	752

คนที่	แผนที่ 1 (25)	แผนที่ 2 (25)	แผนที่ 3 (25)	แผนที่ 4 (25)
\bar{X}	13.76	15.76	17.39	19.78
S.D	2.29	1.95	1.71	1.66

ตารางที่ 22 แสดงคะแนนพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

ด้านที่	แผนที่ 1 (950)	แผนที่ 2 (950)	แผนที่ 3 (950)	แผนที่ 4 (950)
1	90	98	112	128
2	104	112	126	134
3	112	134	147	165
4	98	115	123	143
5	129	140	153	182
รวม	523	599	661	752

ตารางที่ 23 แสดงคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน เพื่อหาผลต่าง D และผลต่างกำลังสอง D^2 ของทักษะการทำงานเป็นทีม

คนที่	ก่อนเรียน (60)	หลังเรียน (60)	D	D^2
1	32	48	16	256
2	36	52	16	256
3	28	43	15	225
4	29	40	11	121
5	34	47	13	169
6	28	42	14	196
7	30	45	15	225
8	33	46	13	169
9	36	44	8	64
10	37	51	14	196
11	40	55	15	225
12	42	49	7	49

คนที่	ก่อนเรียน (60)	หลังเรียน (60)	D	D^2
13	37	47	10	100
14	33	46	13	169
15	29	40	11	121
16	37	48	11	121
17	32	45	13	169
18	36	48	12	144
19	33	50	17	289
20	31	45	14	196
21	28	39	11	121
22	30	43	13	169
23	32	44	12	144
24	34	48	14	196
25	35	49	14	196
26	40	55	15	225
27	33	48	15	225
28	36	50	14	196
29	38	54	16	256
30	29	45	16	256
31	30	46	16	256
32	31	43	12	144
33	34	48	14	196
34	29	49	20	400
35	38	53	15	225
36	35	49	14	196
37	28	48	20	400
38	31	47	16	256
รวม	1264	1789	525	7517
\bar{X}	33.26	47.08	13.82	2.670

คนที่	ก่อนเรียน (60)	หลังเรียน (60)	D	D ²
S.D	3.77	3.91	198.82	73.68

การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2.3

Paired Samples Statistics

		N	Mean	Std.Deviation	Std.Error Mean
Pair	ก่อนเรียน	38	33.26	3.77	0.61
1	หลังเรียน	38	47.08	3.91	0.63

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติ

D แทน ความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่

N แทน จำนวนคู่

df แทน ความเป็นอิสระมีค่าเท่ากับ N-1

$$t = \frac{525}{\sqrt{\frac{(38 \times 7517) - (525)^2}{(38-1)}}}$$

$$t = 31.89$$

การทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3

ด้านกิจกรรม

One- Sample Statistics

	N	Mean	Std.Deviation	Std.Error Mean
หลังเรียน	38	4.17	4.28	0.18

One-Sample Test

	Test Value = 3.5					
	t	df	Sig.(2-tailed)	Mean Difference	99% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
หลังเรียน	5.857	37	0.000	1.526	0.819	2.234

ด้านประโยชน์ที่ได้รับ

One- Sample Statistics

	N	Mean	Std.Deviation	Std.Error Mean
หลังเรียน	38	4.01	5.37	0.22

One-Sample Test

	Test Value = 3.5					
	t	df	Sig.(2-tailed)	Mean Difference	99 Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
หลังเรียน	4.117	37	0.000	0.526	0.179	0.873

ภาพรวม

One- Sample Statistics

	N	Mean	Std.Deviation	Std.Error Mean
หลังเรียน	38	4.10	3.61	0.15

One-Sample Test

	Test Value = 3.5					
	t	df	Sig.(2-tailed)	Mean Difference	99 Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
หลังเรียน	4.183	37	0.000	1.605	0.563	2.647

ผลวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกหลังการเรียนรู้ ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ ผู้วิจัยได้นำเสนอการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. ข้อมูลพื้นฐานของนักเรียน
2. ความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้

1. ข้อมูลพื้นฐานของนักเรียน

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของนักเรียน โดยใช้สถิติเบื้องต้นด้วยวิธีการแจกแจงความถี่และร้อยละ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เป็นเพศชาย แสดงผลดังตารางที่ 24

ตารางที่ 24 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

เพศ	จำนวน	ร้อยละ
ชาย	17	44.74
หญิง	21	55.26
รวม	38	100.00

2. ความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้จัดแยกข้อมูลความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการสะเต็มศึกษา แบบเทคโนโลยีหุ่นยนต์ โดยพิจารณาในด้านกิจกรรมการเรียนรู้และด้านประโยชน์ที่ได้รับ ผู้วิจัยสามารถจัดแยกความคิดเห็นได้ดังนี้

- 2.1 ด้านกิจกรรมการเรียนรู้

- “ชอบที่ได้ทำการออกแบบสร้างหุ่นยนต์มากกว่านั่งเรียนทฤษฎี”
- “มีความท้าทายในการสร้างหุ่นยนต์ในการผ่านภารกิจต่างๆ”
- “ได้นำเทคโนโลยีมามีส่วนร่วมในการเรียน”

- 2.2 ด้านประโยชน์ที่ได้รับ

- “สามารถนำความคิดสร้างสรรค์ประดิษฐ์ใหม่ๆ”

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล

ปุนภพ ประมาธิกุล

ประวัติการศึกษา

ปี พ.ศ. 2551

วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาสัตวศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

ครูอัตราจ้าง โรงเรียนเมืองชุมพรบ้านเขาถล่ม จังหวัดชุมพร

