การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

พสธร วงค์ชารี

การค้นคว้าอิสระ เสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มิถุนายน 2562
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

อาจารย์ที่ปรึกษาและหัวหน้าภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาการค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5" เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษาของมหาวิทยาลัยนเรศวร

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกูล)

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกูล)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา

มิถุนายน 2562

ประกาศคุณูปการ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกูล ที่ปรึกษาและคณะกรรมการทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำปรึกษา ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง จนการค้นคว้าอิสระสำเร็จสมบูรณ์ได้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีย์พร สว่างเมฆ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกนธ์ชัย ชะนูนันท์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิติยา บงกชเพชร และดร.สุริยา ชาปู่ อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร นางสาวคำเพียร อุปรีทอง ครูวิชาการโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดอุตรดิตถ์ นายยุทธนา ปาดี ครูวิทยาศาสตร์ โรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดอุตรดิตถ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไขและตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ จนทำให้การค้นคว้าอิสระครั้งนี้สมบูรณ์และมีคุณค่า

ขอขอบพระคุณผู้บริหาร บุคลากรและนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็กในจังหวัดอุตรดิตถ์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ อำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือเป็นอย่างยิ่ง ในการเก็บข้อมูล

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ครอบครัวและบุคคลรอบข้างของผู้วิจัยที่ให้กำลังใจ ช่วยเหลือและสนับสนุนในการค้นคว้าอิสระในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วง

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขออุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ต่อไป

พสธร วงค์ชารี

ชื่อเรื่อง	การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
ผู้ศึกษาค้นคว้า	พสธร วงค์ชารี
ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สิรินภา กิจเกื้อกูล
ประเภทสารนิพนธ์	การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2561
คำสำคัญ	สะตีมศึกษา ความคิดสร้างสรรค์ นวัตกรรม

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงคุณภาพนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม และศึกษาความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา รูปแบบการวิจัยเป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการ ประกอบด้วย ขั้นวางแผน ขั้นปฏิบัติ ขั้นสังเกต และขั้นสะท้อนผล ดำเนินเป็นวงจรต่อเนื่องกัน 3 วงจรปฏิบัติการ ผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 24 คน เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกการสะท้อนผล แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ และวิเคราะห์ข้อมูลโดยการใช้การวิเคราะห์เนื้อหาและตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า ผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษาประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การนำเสนอสถานการณ์ 2) การออกแบบสร้างสรรค์ 3) การสร้างความจับใจ 4) การต่อยอด/ปัญหาใหม่ ซึ่งช่วยให้นักเรียนมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมอยู่ในระดับดีมาก โดยนักเรียนมีการระดมความคิด และพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างชิ้นงานโดยใช้ศิลปะเข้ามาช่วยในการออกแบบสร้างชิ้นงาน สามารถคิดสิ่งแปลกใหม่หรือแตกต่างจากของเดิมได้

Title	IMPLEMENTATION OF STEAM EDUCATION IN TOPIC OF FORCES AND MOVEMENTS TO PROMOTE CREATIVE THINKING AND INNOVATION FOR GRADE 5 STUDENT
Authors	Photsathon Wongcharee
Advisor	Assistant Professor Sirinapa Kijkuakul, Ph.D.
Academic Paper	Independent Study M.Ed. Science Education, Naresuan University, 2018
Keywords	STEAM Education, Creative Thinking, Innovation

ABSTRACT

This qualitative research aims to develop STEAM approach to enhance the creative thinking and innovation and the effects of teaching approach to promote creative thinking and innovation. The research methodology was the action research consisting of Plan, Action, Observe, and Reflect which proceeded continue in 3 cycles. The participants were 24 students of grade 5th students. Research instruments included 3 lessons plan, Reflect journal and creative assessment form. Data analysis by content analysis and data creditability by triangulation method were used. The result revealed that the STEAM approach consist of 4 steps included 1) Presentation Situation 2) Creative Design 3) Emotional Touch 4) Improvement/New Problem Futhermore, the result indicated that the students had excellent level of creative thinking and innovation. They tried to solve a problem by using art to design the task. They cloud design the innovation.

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	**บทนำ**	1
	ความเป็นมาของปัญหา	1
	คำถามวิจัย	4
	จุดมุ่งหมายของการวิจัย	4
	ขอบเขตของงานวิจัย	4
	นิยามศัพท์เฉพาะ	5
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
2	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	7
	หลักสูตร	8
	การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา (STEAM Education)	15
	ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม	23
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	29
3	**วิธีดำเนินการวิจัย**	32
	รูปแบบวิจัย	32
	ผู้ร่วมวิจัย	35
	บริบทห้องเรียน	35
	สิ่งที่ศึกษา	35
	เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย	35
	การสร้างและพัฒนาเครื่องมือ	36
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	41
	การวิเคราะห์ข้อมูล	44

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
4	**ผลการวิจัย**	46
	แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	46
	การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	59
5	**บทสรุป**	69
	สรุปผลการวิจัย	69
	อภิปรายผลการวิจัย	71
	ข้อเสนอแนะ	74
บรรณานุกรม		76
ภาคผนวก		80
ประวัติผู้วิจัย		100

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มาตรฐาน ว 2.2	11
2	แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มาตรฐาน ว 4.2	12
3	แสดงการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้.....	13
4	แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มาตรฐาน ศ 1.1	14
5	แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มาตรฐาน ค2.1	15
6	การเปรียบเทียบทักษะการคิดของ STEM ให้เป็น STEAM.....	23
7	แสดงลำดับของแผนจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ.....	38
8	แสดงเครื่องมือตอบคำถามวิจัย.....	43
9	แสดงการสะท้อนผลและการปรับปรุงแก้ไขการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ...	51
10	แสดงผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนที่เรียนตามแนวทางสะตีมศึกษา เรื่อง แรงลัพธ์ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียน.....	59
11	แสดงผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนที่เรียนตามแนวทางสะตีมศึกษา เรื่อง แรงเสียดทาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียน.....	61
12	แสดงผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนที่เรียนตามแนวทางสะตีมศึกษา เรื่อง แรงดันอากาศเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียน.....	64

สารบัญภาพ

ภาพ หน้า

1 กรอบแนวคิด STEAM 17
2 กรอบแนวทางการใช้ STEAM..... 18
3 การเปรียบเทียบระหว่าง STEM และ STEAM 22
4 ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม..... 24
5 ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี..... 25
6 ทักษะด้านชีวิตและการทำงาน..... 25
7 วงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis(1988) and Schmuck (2006)..... 34
8 แสดงการออกแบบสายแขวนแรงลัพธ์ของชิ้นงานและชิ้นงานที่สำเร็จตามที่ออกแบบ..... 60
9 แสดงการออกแบบรถบรรทุกจอมพลังและชิ้นงานที่สำเร็จตามที่ออกแบบ..... 62
10 แสดงการสรุปความรู้โดยใช้ศิลปะในรูปแบบ Infographic..... 63
11 แสดงชิ้นงานรถแข่งแรงดันอากาศที่ใช้งานได้..... 65
12 แสดงสรุปผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียน วงจรที่ 1-3..... 65
13 แสดงผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียน กลุ่มที่ 1..... 66
14 แสดงผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียน กลุ่มที่ 2..... 67
15 แสดงผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียน กลุ่มที่ 3..... 67
16 แสดงผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียน กลุ่มที่ 4..... 68
17 แสดงผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียน กลุ่มที่ 5..... 68

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม เป็นกระบวนการคิดของสมองซึ่งมีความสามารถในการคิดได้หลากหลายและแปลกใหม่จากเดิม โดยสามารถนำไปประยุกต์ทฤษฎี หรือหลักการได้อย่างรอบคอบและมีความถูกต้อง จนนำไปสู่การคิดค้นและสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่หรือรูปแบบความคิดใหม่ๆโดยเฉพาะผลงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้นมีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับความเป็นอยู่ของมนุษย์มากขึ้น ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์มักชอบประดิษฐ์หรือดัดแปลงสิ่งต่างๆ ที่มีอยู่แล้วให้เป็นของใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตหรือสังคม ซึ่งการเรียนรู้ที่ดีเกิดจากการสร้างพลังความรู้ในตนเอง หากนักเรียนได้มีโอกาสสร้างความคิดและนำความคิดของตนเองไปสร้างชิ้นงาน โดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสมจะทำให้เห็นความคิดนั้นเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น (ณัชชากัญญ์ วิรัตนชัยวรรณ, 2558) และความคิดสร้างสรรค์นับว่าเป็นความสามารถที่สำคัญอย่างหนึ่งของมนุษย์ที่เราสามารถปลูกฝังและส่งเสริมให้พัฒนาขึ้นได้โดยธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์ที่มีอยู่ทุกคนตามศักยภาพ ได้ด้วยวิธีต่างๆที่เหมาะสม

ทอร์แรน (Torrance, 2011) กล่าวไว้ว่าในบรรดาความคิดทั้งหลาย ความคิดสร้างสรรค์ทำให้เกิดการค้นพบสิ่งแปลกใหม่ และเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์มากลักษณะดีเด่นของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ จะมีความคิดริเริ่มสามารถดัดแปลงประสบการณ์ที่มีอยู่ให้ออกมาในรูปใหม่ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์หรือนำไปแก้ปัญหาต่างๆ ได้เป็นอย่างดี โลกปัจจุบันเป็นยุคแห่งความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ส่งผล ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านวิทยาการอย่างรวดเร็ว จำเป็นที่แต่ละประเทศต้องเรียนรู้ที่จะปรับตัวให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ ด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง เทคโนโลยี ที่เกิดขึ้นตลอดเวลาการที่จะพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้า สามารถยืนหยัดในกระแสโลกาภิวัตน์ได้อย่างสง่างามและอยู่เย็นเป็นสุข จำเป็นต้องพัฒนาคนของประเทศให้มีคุณภาพตั้งแต่เยาว์วัย

การศึกษาในศตวรรษที่ 21 มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาคนให้มีความรู้ ความสามารถที่จะก้าวทันสังคมการแข่งขันในประชาคมอาเซียนและนานาชาติ ทักษะที่สำคัญมีหลายด้าน ซึ่งทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and innovation) จัดเป็นหนึ่งทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่สำคัญ เป็นความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ร่วมทำงานกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ และการ

สื่อสารความคิดใหม่ๆ การประยุกต์นำความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่องาน ทำให้ผลงานนั้นเป็นนวัตกรรม(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สสวท), 2555)

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในอดีตครูมักเน้นเนื้อหา เน้นความรู้ความจำ มากกว่าการฝึกทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นักเรียนไม่ค่อยมีโอกาสฝึกฝนทักษะในการค้นคว้าข้อมูล การเรียนรู้ด้วยตนเอง ตลอดถึงความคิดความสามารถในเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียน และการสร้างชิ้นงาน นอกจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูส่วนใหญ่เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบบรรยายที่เป็นนามธรรม ในการจัดการเรียนรู้มีการอธิบายเพียงในหนังสือเท่านั้น นักเรียนไม่เห็นสถานการณ์ และไม่ได้ลงมือปฏิบัติจึงไม่เกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับ (สถาพร พฤฑฒิกุล, 2555) ที่กล่าวว่า จากรายงานการจัดการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า ในปัจจุบันครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพราะผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้ได้เองผ่านการเรียนรู้ร่วมกันจากกิจกรรมและเครื่องมือเทคโนโลยียุคใหม่ การสอนให้ผู้เรียนเข้าใจและใช้ประโยชน์ได้จริง ผู้เรียนจะสนุกกับการเรียนรู้โดยการสร้างและประดิษฐ์ชิ้นงาน ที่มีครูผู้สอนเป็นผู้เสนอแนะ ผู้ช่วยอำนวยความสะดวกและประเมินผลการเรียนรู้

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ครูให้นักเรียนสร้างนวัตกรรม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยให้นักเรียนประดิษฐ์รถยนต์พลังยางจากขวดพลาสติก เพื่อให้วิ่งได้ไกลที่สุด ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนพบว่าขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนจะทำตามตัวอย่างในภาพที่ครูกำหนดให้ โดยไม่สามารถประดิษฐ์รถยนต์ด้วยตนเองได้ และจากการสัมภาษณ์นักเรียน จำนวน10คน จากนักเรียนทั้งหมด24คน พบว่า นักเรียนไม่สามารถแสดงความคิดเห็นและให้เหตุผลในการประดิษฐ์รถยนต์ของตนเองได้ ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบเดิม เน้นการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย และท่องจำความรู้ในเนื้อหาวิชามากกว่าการฝึกให้นักเรียนได้ใช้ทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2559 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 62.45 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนดร้อยละ 75 (โรงเรียนบ้านนาแซง, 2559) ผู้วิจัยจึงพิจารณาว่าจำเป็นอย่างยิ่งที่จะพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ที่จะส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียน

การจัดการเรียนรู้แบบสะตีมศึกษา (STEAM Education) จึงเป็นแนวคิดที่ต่อยอดมาจากแนวคิดการศึกษาแบบสะเต็มศึกษา STEM Education เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการ

นำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน ช่วยให้นักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่าง 4 สหวิทยาการกับชีวิตจริงและการทำงานโดยสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (the National Science Foundation : NSF) เป็นผู้ริเริ่มใช้คำดังกล่าวจากแนวคิดสะเต็ม ได้มีผู้ศึกษาและพัฒนาต่อยอดแนวคิดดังกล่าว ได้แก่ Georgette Yakman นักวิชาการชาวอเมริกาได้ทำการพัฒนาแนวการจัดการศึกษาจาก STEM เป็น STEAM โดยเพิ่มอักษร "A" เข้ามาโดยที่ตัวอักษร "A" หมายถึง Arts หรือศิลปศาสตร์ ไม่ใช่เฉพาะทางด้านศิลปกรรมเท่านั้นยังรวมถึงเรื่องของภาษาวรรณกรรม ปรัชญา จิตวิทยา สังคมและมนุษย์อีกด้วย

สำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา STEAM Educationเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้ในศาสตร์ต่างๆ 5 สาขา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science:S) เทคโนโลยี (Technology:T) วิศวกรรม (Engineering:E) ศิลปะ (Arts:A) และคณิตศาสตร์ (Mathematics:M) ให้มีความสัมพันธ์เป็นหนึ่งเดียวทางด้านการสอนซึ่งการเพิ่ม ศิลปะ (Arts) เข้าไปใน STEM บนพื้นฐานของการสนับสนุนให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) และนวัตกรรม (Innovation) ที่มีกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมมี 4 ขั้นตอน ได้แก่การนำเสนอสถานการณ์ การออกแบบสร้างสรรค์ การสร้างความจับใจ และการต่อยอด/ปัญหาใหม่ (วิสูตร โพธิ์เงิน, 2560) สะตีมศึกษาจึงเป็นตัวกลางแทนสิ่งพิมพ์หรือสื่อประเภทอื่นๆ ที่ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมอย่างเต็มที่และมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนอยู่ตลอดเวลา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมส่งผลให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์ ในการคิดอย่างสร้างสรรค์และสร้างชิ้นงานโดยใช้แนวคิดที่สอดคล้องกับทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่21(21stCenturyskills) คือ ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2557) นวัตกรรมจึงมีบทบาทสองอย่างในระบบการศึกษาระดับก่อนวัยเรียนถึงมัธยม นั่นคือบทบาทในฐานะหลักการพื้นฐานของระบบการศึกษาใหม่ และบทบาทในฐานะทักษะแห่งศตวรรษที่ 21ที่ผู้เชี่ยวชาญและนักเรียนต้องมีนิยามของนวัตกรรม ในที่นี้คือความคิดสร้างสรรค์ที่ได้รับการยอมรับจากสังคม และ/หรือผู้เชี่ยวชาญมากพอจนเกิดเป็นแรงกระเพื่อมของความคิดสร้างสรรค์และการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว หรือถ้าอธิบายตามความคิดของ มัลคอล์ม แกลดเวลล์ นวัตกรรมคือความคิดที่ถึงจุดพลิกผันแล้วขยายวงออกไปโดยส่งอิทธิพลภายในระบบอย่างแพร่กระจายหากจะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนนั้น ครูผู้สอนควรเปลี่ยนวิธีสอนจากเดิมที่ครูเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ให้ผู้เรียน เปลี่ยนเป็นผู้อำนวยความสะดวก ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตัวเอง โดยใช้สถานการณ์หรือปัญหาเป็นจุดเริ่มต้นและเปลี่ยนบทบาทของผู้เรียน จากผู้รับความรู้มาเป็นผู้มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียน

ครูต้องเน้นให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการคิดต่างๆ ในการสร้างชิ้นงานหรือตอบคำถามที่ตั้งไว้ โดยผู้เรียนมีการสำรวจตรวจสอบ เก็บข้อมูล หาคำอธิบายอย่างมีเหตุผล(สุนีย์ คล้ายนิล, 2555)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา ในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

คำถามวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษาเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ควรมีลักษณะอย่างไร

2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษาส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้หรือไม่ อย่างไร

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษาที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

2. เพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา

ขอบเขตของงานวิจัย

1. ด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เรื่อง แรงลัพธ์ แรงเสียดทาน แรงดันอากาศรายวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

2. ด้านแหล่งข้อมูล

ผู้เข้าร่วมวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็กในจังหวัดอุตรดิตถ์ จำนวน 24 คน

3. สิ่งที่ศึกษา

สิ่งที่ศึกษา ประกอบด้วย

- การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา
- ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

4. ด้านระยะเวลา

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการเก็บข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 เวลาเรียน 2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ รวมเวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา (STEAM Education)

หมายถึง เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศิลปะ และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งเน้นส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์และสามารถสร้างชิ้นงาน ในที่นี้ผู้วิจัยได้นิยามขึ้น เพื่อบ่งบอกถึงการใช้ เทคนิค วิธีการ ความรู้ในด้านต่างๆ ได้แก่

S = วิทยาศาสตร์ (Science) การเรียนเนื้อหาเรื่องแรงลัพธ์ แรงเสียดทานแรงดันอากาศ

T = เทคโนโลยี (Technology) การสืบค้นสารสนเทศที่เกี่ยวข้องผ่านเทคโนโลยี การใช้สมาร์ทโฟนในการทำกิจกรรม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

E = วิศวกรรม (Engineering) การออกแบบทิศทางแรงและการเคลื่อนที่

A = ศิลปะ (Arts) การสื่อสารการสร้างความเข้าใจ ทัศนศิลป์ โดยการใช้ศิลปะผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมด้วยวัสดุและวิธีการที่แตกต่างกัน

M = คณิตศาสตร์ (Mathematics) การบอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัด ปริมาตร หรือความจุ

ซึ่งผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา STEAM Education ทั้งหมด 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การนำเสนอสถานการณ์ (Presentation Situation)

การนำเสนอสภาพปัญหาบริบทเชื่อมโยงกับชีวิตจริง หรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาปัจจุบันที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับผู้เรียน หรือที่เกิดขึ้นบนโลก เพื่อให้มีข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการคิดขั้นต้น เช่น เข้าใจหรือวิเคราะห์ มองเห็นประเด็นที่เป็นสถานการณ์ที่ผู้เรียนจะร่วมกันคิดหาทางพัฒนาหรือแก้ไขปัญหา หรือต้องการหาข้อค้นพบใหม่ในเชิงสร้างสรรค์

2. การออกแบบสร้างสรรค์ (Creative Design)

การออกแบบสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหาตามสถานการณ์ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดอย่างอิสระ โดยมีจุดมุ่งหมายสำคัญไม่เพียงพอแต่จะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ แต่ยังมุ่งเน้นทักษะการสื่อสาร การเรียนรู้ร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของกันและกัน กระบวนการออกแบบ

สร้างสรรค์ หรือหาแนวทางการแก้ไขปัญหา เริ่มจากผู้เรียนตัดสินใจในความเป็นจริง คุณค่า และความต้องการจำเป็นในสถานการณ์นั้นๆ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ผู้เรียนจะต้องเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

3.การสร้างความจับใจ (Emotional Touch)

การสร้างความรู้สึกจับใจ อันนับเป็นขั้นขยายสิ่งที่ค้นพบ โดยเน้นเจตคติต่อสิ่งที่เรียนรู้ผ่านการลงมือทำที่ผ่านประสบการณ์ในการค้นหาจากสถานการณ์ที่ได้เรียนรู้ ในขั้นนี้ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาการรับรู้ การแสดงออกและการเห็นอกเห็นใจผู้อื่น ซึ่งการสร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้การค้นหาได้ลงมือทำจริง ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสนใจในวิยาศาสตร์อีกทางหนึ่ง

4.การต่อยอด/ปัญหาใหม่ (Improvement/New Problem)

การต่อยอดปัญหาใหม่ เป็นการสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ ต่อยอดสร้างสรรค์ผ่านกระบวนการการออกแบบทางศิลปะโดยมีพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือแรงและการเคลื่อนที่

2. **ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม** (Creative Thinking and Innovation)

หมายถึงเป็นความสามารถของบุคคลในการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ แตกต่างไปจากความคิดเดิม อาจเกิดจากการรวมรวบความรู้ต่างๆ เกี่ยวกับเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ จากประสบการณ์เดิมแล้วเชื่อมโยงกับสถานการณ์ใหม่ๆ พัฒนาความคิดทางสมองใช้เทคนิควิธีการคิดที่หลากหลายมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทำงานร่วมกับผู้อื่นในการวางแผนดำเนินการพัฒนานวัตกรรมจนนำไปสู่สิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่ หรือคิดปรับปรุงดัดแปลงสิ่งของที่มีอยู่เดิมให้มีรูปแบบใหม่ไม่ซ้ำผู้อื่นวัดความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมโดยใช้แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนที่เรียนตามแนวทางสะตีมศึกษา โดยมีการประเมินจากผู้วิจัย ครูวิชาการ และครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ ตรวจสอบข้อมูลแบบ Resource Triangulation

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ครูได้แนวทางส่งเสริมการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

2. ครูได้ทราบแนวทางการเรียนรู้ของนักเรียน เมื่อจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

3. นำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้สะตีมศึกษาในรายวิชาอื่นๆ ต่อไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาข้อมูลแนวคิดทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ โดยมีการนำเสนอตามลำดับดังนี้

1. หลักสูตร

1.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

1.1.1 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1. สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ
2. สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ
3. สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ
4. สาระที่ 4 เทคโนโลยี

1.1.2 คำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์

1.1.3 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

1.1.4 หน่วยการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

1.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

1.2.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

1.2.2 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

1.3.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

1.3.2 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา (STEAM Education)
   2.1 จุดเริ่มต้นของแนวคิดสะตีมศึกษา
   2.2 ความหมายของสะตีมศึกษา
   2.3 รูปแบบของสะตีมศึกษา
   2.4 แนวคิดสะตีมศึกษา
3. ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม
   3.1 ความหมาย ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม
   3.2 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ
   4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

1. หลักสูตร

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษาเป็นแนวทางการจัดการศึกษาเรียนรู้ที่บูรณาการ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T)วิศวกรรม (E) ศิลปะ (A) และคณิตศาสตร์ (M) ให้มีความสัมพันธ์เป็นหนึ่งเดียวทางด้านการสอน ซึ่งเกี่ยวข้องกับสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ดังจะกล่าวถึงต่อไปนี้

1.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

กระทรวงศึกษาธิการ (2561) ได้กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) มีทั้งหมด 4 สาระ ดังนี้

1.1.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1) สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศการถ่ายทอดพลังงานการเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศความหมายของประชากรปัญหาและ

ผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิตหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กันความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่างๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กันรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสารพันธุกรรมการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2) สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสารองค์ประกอบของสสารความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคหลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารการเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวันผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงานการเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงานพลังงานในชีวิตประจำวันธรรมชาติของคลื่นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียงแสงและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3) สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบลักษณะกระบวนการเกิดและวิวัฒนาการของเอกภพกาแล็กซีดาวฤกษ์และระบบสุริยะรวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลกกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลกธรณีพิบัติภัยกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลกรวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

4) สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นๆเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิตสังคมและสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงานและการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพรู้เท่าทันและมีจริยธรรม

จากสาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จะนำไปสู่การเขียนคำอธิบายรายวิชา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ดังนี้

1.1.2 คำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

บรรยายโครงสร้างและลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตซึ่งเป็นผลมาจากการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตในแต่ละแหล่งที่อยู่ อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตเพื่อประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตเขียนโซ่อาหารและระบุบทบาทหน้าที่ของสิ่งสิ่งมีชีวิตที่เป็นผู้ผลิตและผู้บริโภคในโซ่อาหารตระหนักในคุณค่าของสิ่งแวดล้อมที่มีต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตโดยมีส่วนร่วมในการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม อธิบายลักษณะทางพันธุกรรมที่มีการถ่ายทอดจากพ่อแม่สู่ลูกของ พืช สัตว์ และ มนุษย์ แสดงความอยากรู้อยากเห็นโดยการถามคำถามเกี่ยวกับลักษณะที่คล้ายคลึงกันของตนเองกับพ่อแม่ อธิบายการเปลี่ยนสถานะของสสารเมื่อทำให้สสารร้อนขึ้นหรือเย็นลง โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์อธิบาย การละลายของสารในน้ำ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของสารเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ วิเคราะห์และระบุการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้ อธิบายวิธีการหา แรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุในกรณีที่วัตถุอยู่นิ่งจากหลักฐานเชิงประจักษ์ เขียนแผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในแนวเดียวกันและแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ ใช้เครื่องชั่งสปริงในการวัดแรงที่กระทำต่อวัตถุ ระบุผลของแรงเสียดทานที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์ เขียนแผนภาพแสดงแรงเสียดทานและแรงที่อยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ อธิบายการได้ยินเสียงผ่านตัวกลางจากหลักฐานเชิงประจักษ์ ระบุตัวแปรทดลองและอธิบายลักษณะและการเกิดเสียงสูง เสียงต่ำ ออกแบบการทดลองและอธิบายลักษณะและการเกิดเสียงดัง เสียงค่อย วัดระดับเสียงโดยใช้เครื่องมือวัดระดับเสียงตระหนักในคุณค่าของความรู้เรื่องระดับเสียงโดยเสนอแนะแนวทางในการหลีกเลี่ยงและลดมลพิษทางเสียงเปรียบเทียบความแตกต่างของดาวเคราะห์และดาวฤกษ์จากแบบจำลองใช้ แผนที่ดาวระบุตำแหน่งและเส้นทางการขึ้นและตกของกลุ่มดาวฤกษ์บนท้องฟ้าและอธิบายแบบรูปเส้นทางการขึ้นและตกของกลุ่มดาวฤกษ์บนท้องฟ้าในรอบปีเปรียบเทียบปริมาณน้ำในแต่ละแหล่งและระบุปริมาณน้ำที่มนุษย์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จากข้อมูลที่รวบรวมได้ ตระหนักถึงคุณค่าของน้ำโดยนำเสนอแนวทางการใช้น้ำอย่างประหยัด

และการอนุรักษ์น้ำ สร้างแบบจำลองที่อธิบายการหมุนเวียนของน้ำในวัฏจักรน้ำ เปรียบเทียบกระบวนการเกิดเมฆ หมอก น้ำค้าง และน้ำค้างแข็ง จากแบบจำลอง เปรียบเทียบกระบวนการเกิดฝน หิมะ และลูกเห็บ จากข้อมูลที่รวบรวมได้

จากการศึกษาคำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้นำเนื้อหาในหน่วยที่ 2 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ซึ่งมีตัวชี้วัดและสาระแกนกลางที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ดังนี้

1.1.3 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

เนื้อหาสาระของหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ รายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สาระและตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้อง คือ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ และสาระที่ 4 เทคโนโลยี ซึ่งกำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง (โรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดอุตรดิตถ์) มีรายละเอียดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แสดงดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
1. อธิบายวิธีการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุในกรณีที่วัตถุอยู่นิ่งจากหลักฐานเชิงประจักษ์ 2. เขียนแผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในแนวเดียวกันและแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ 3. ใช้เครื่องชั่งสปริงในการหาแรงที่กระทำต่อวัตถุ 4. ระบุผลของแรงเสียดทานที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์	●แรงลัพธ์เป็นผลรวมของแรงที่กระทำต่อวัตถุ โดยแรงลัพธ์ของแรง 2 แรง ที่กระทำต่อวัตถุเดียวกันจะมีขนาดเท่ากับผลรวมของแรงสองแรงเมื่อแรงทั้งสองอยู่ในแนวเดียวกันและมีทิศทางเดียวกันแต่จะมีขนาดเท่ากับผลต่างของแรงทั้งสองเมื่อแรงทั้งสองอยู่ในแนวเดียวกันแต่มีทิศทางตรงข้ามกัน สำหรับวัตถุที่อยู่นิ่งแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์ ●การเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุสามารถเขียนได้โดยใช้ลูกศร โดยหัวลูกศรแสดงทิศทางของแรง และความยาวของลูกศรแสดงขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุ

ตาราง 1 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
5. เขียนแผนภาพแสดงแรงเสียดทานและแรงที่อยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ	●แรงเสียดทานเป็นแรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ เพื่อต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้น โดยถ้าออกแรงกระทำต่อวัตถุที่อยู่นิ่งบนพื้นผิวหนึ่งให้เคลื่อนที่ แรงเสียดทานจากพื้นผิวนั้นก็จะต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ แต่ถ้าวัตถุกำลังเคลื่อนที่แรงเสียดทางก็จะทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่ช้าลงหรือหยุดนิ่ง

ตาราง 2 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงานและการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพรู้เท่าทันและมีจริยธรรม

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
2. ออกแบบและเขียนโปรแกรมที่มีการใช้เหตุผลเชิงตรรกะอย่างง่าย ตรวจหาข้อผิดพลาดและแก้ไข 3. ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาข้อมูล ติดต่อสื่อสารและทำงานร่วมกัน ประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล	●การค้นหาข้อมูลในอินเทอร์เน็ต และการพิจารณาผลการค้นหา ●การติดต่อสื่อสารผ่านอินเทอร์เน็ต เช่น อีเมล บล็อก โปรแกรมสนทนา ●การเขียนจดหมาย (บูรณาการกับวิชาภาษาไทย) ●การใช้อินเทอร์เน็ตในการติดต่อสื่อสารและทำงานร่วมกัน เช่น ใช้นัดหมายในการประชุมกลุ่ม ประชาสัมพันธ์กิจกรรมในห้องเรียน การแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็นในการเรียน ภายใต้การดูแลของครู ●การประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล เช่น เปรียบเทียบความสอดคล้อง สมบูรณ์ของข้อมูล

ตาราง 2 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	จากหลายแหล่ง แหล่งต้นตอของข้อมูล ผู้เขียนวันที่เผยแพร่ข้อมูล ●ข้อมูลที่ดีต้องมีรายละเอียดครบทุกด้าน เช่น ข้อดีและข้อเสีย ประโยชน์และโทษ

จากตารางตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5ผู้วิจัยได้นำเนื้อหาเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่มาจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน ใช้เวลา 12 ชั่วโมง สำหรับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา ดังนี้

1.1.5 หน่วยการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

ผู้วิจัยได้นำเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ มาจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน ใช้เวลาเรียนทั้งหมด 12 ชั่วโมง สำหรับจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ดังรายละเอียดในตาราง3

ตาราง 3 แสดงการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน ใช้เวลาเรียนทั้งหมด 12 ชั่วโมง สำหรับจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้	ลำดับแผน	แผนการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
แรงและการเคลื่อนที่	1	แรงลัพธ์	4
	2	แรงเสียดทาน	4
	3	แรงดันอากาศ	4
		รวม	12

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่การบูรณาการความรู้ในศาสตร์ต่างๆ และวิชาศิลปะ ก็เป็นอีกหนึ่งศาสตร์ที่นำมาบูรณาการซึ่งมีมาตรฐานและตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ดังนี้

1.2 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

1.2.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ

1) สาระที่ 1 ทัศนศิลป์

มาตรฐาน ศ 1.1สร้างสรรค์งานทัศนศิลป์ตามจินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ วิเคราะห์ วิพากษ์วิจารณ์คุณค่างานทัศนศิลป์ ถ่ายทอดความรู้สึก ความคิดต่องานศิลปะอย่างอิสระชื่นชม และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

1.2.2 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ

เนื้อหาสาระศิลปะที่เกี่ยวข้องกับการบูรณาการเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ รายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งกำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง (โรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดอุตรดิตถ์) มีรายละเอียดแสดงดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

มาตรฐาน ศ 1.1สร้างสรรค์งานทัศนศิลป์ตามจินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ วิเคราะห์ วิพากษ์วิจารณ์คุณค่างานทัศนศิลป์ ถ่ายทอดความรู้สึก ความคิดต่องานศิลปะอย่างอิสระชื่นชม และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
2. เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างงานทัศนศิลป์ที่สร้างสรรค์ด้วยวัสดุ อุปกรณ์และวิธีการที่ต่างกัน	●ความแตกต่างระหว่างงานทัศนศิลป์

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่การบูรณาการความรู้ในศาสตร์ต่างๆ และวิชาคณิตศาสตร์ ก็เป็นอีกหนึ่งศาสตร์ที่นำมาบูรณาการ ซึ่งมีมาตรฐานและตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ดังนี้

1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

1.3.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1) สาระที่ 2 การวัด มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

1.2.2 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

เนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการบูรณาการเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ รายวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งกำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง (โรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดอุตรดิตถ์) มีรายละเอียดแสดงดังตาราง 5

ตาราง 5 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
2. หาความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมรูปสามเหลี่ยม	●ความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยม ●ความยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยม
3. หาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากและรูปสามเหลี่ยม	●การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ●การหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม

2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา (STEAM Education)

2.1 จุดเริ่มต้นของแนวคิดสะตีมศึกษา

สะตีมศึกษา STEAM Education เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนามาจาก สะเต็มศึกษาSTEM Education ซึ่งสะเต็มศึกษา STEM Education เป็นการต่อยอดจากรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการ 4 ศาสตร์ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science:S) เทคโนโลยี (Technology:T) วิศวกรรม (Engineering:E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics:M) ซึ่งแต่เดิมสะเต็มนั้นไม่ได้เป็นรูปแบบการเรียนรู้แต่อย่างใด เป็นเพียงการกล่าวถึงหรืออ้างอิงโครงการเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (The National Science Foundation : NSF) แต่สถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐเอมริกาไม่ได้ให้นิยามที่ชัดเจนว่าสะเต็มมีผลและความหมายอย่างไร (National Research Council, 2012) ในการอ้างอิงดังกล่าว สะเต็ม คือ กลุ่มอาชีพที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ จากแนวคิดสะเต็ม ได้มีผู้ศึกษาและพัฒนาต่อยอดแนวคิดจัดการศึกษาจาก STEM เป็น STEAM โดยเพิ่มตัวอักษร “A” เข้ามา โดยที่ตัวอักษร “A” หมายถึง Arts หรือ ศิลปะศาสตร์ ไม่ใช่เฉพาะทางด้านศิลปกรรมเท่านั้น ยังรวมถึงเรื่องของภาษาวรรณกรรม ปรัชญาจิตวิยา สังคมและมนุษย์อีกด้วย โดย Georgette Yaman

2.2 ความหมายของสะตีมศึกษา

นักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา มีดังนี้

จำรีพร ผลมูล (2558) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษาไว้ว่าหน่วยบูรณา STEAM เปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการสร้างสรรค์ผลงาน นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดจากการเรียนแบบบูรณาการ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องหลากหลายเพื่อให้สอดคล้องกับความสามารถและความถนัดของนักเรียน

วศิณีส์ อิศรเสนา ณ อยุธยา (2559) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษาไว้ว่า เป็นการจัดการเรียนการสอนที่บูรณาการที่เชื่อมโยงความรู้ โดยบูรณาการพฤติกรรมที่ต้องการหรือคาดหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน เพื่อพัฒนาให้มนุษย์มีทักษะในศตวรรษที่ 21 บนพื้นฐานความรู้ความเข้าใจ ในการแก้ปัญหาความคิดสร้างสรรค์กระตุ้นให้เกิดความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบการคิดอย่างมีเหตุมีผลในเชิงตรรกะ การสื่อสารการเป็นผู้นำและการทำงานร่วมกับผู้อื่น เน้นให้สามารถนำความรู้ ทักษะ และประสบการณ์จากการเรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง

วิสูตร โพธิ์เงิน (2560) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษาไว้ว่า การเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติในการแก้ไขปัญหา ที่ส่งประเมินค่าและสร้างสรรค์ชิ้นงานสะท้อนสิ่งที่ผู้เรียนได้คิดทำให้ผู้เกิดความภูมิใจและสร้างแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์

จากความหมายข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษาเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้บูรณาการเชื่อมโยงความรู้ พฤติกรรมที่ต้องการหรือคาดหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนเพื่อพัฒนาให้มนุษย์มีทักษะในศตวรรษที่ 21 บนพื้นฐานความรู้ความเข้าใจ ที่ส่งประเมินค่าและสร้างสรรค์ชิ้นงานสะท้อนสิ่งที่ผู้เรียนได้คิดทำให้ผู้เกิดความภูมิใจและสร้างแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ การสื่อสารการเป็นผู้นำและการทำงานร่วมกับผู้อื่น เน้นให้สามารถนำความรู้ ทักษะและประสบการณ์จากการเรียนรู้

2.3 รูปแบบของสะตีมศึกษา

Yakman. (2008) ยังได้นำเสนอกรอบแนวคิด STEM หรือ ปิรามิด STEAM ซึ่งแบ่งระดับขั้นของเนื้อหา และรูปแบบการใช้ ได้ดังนี้ คือ

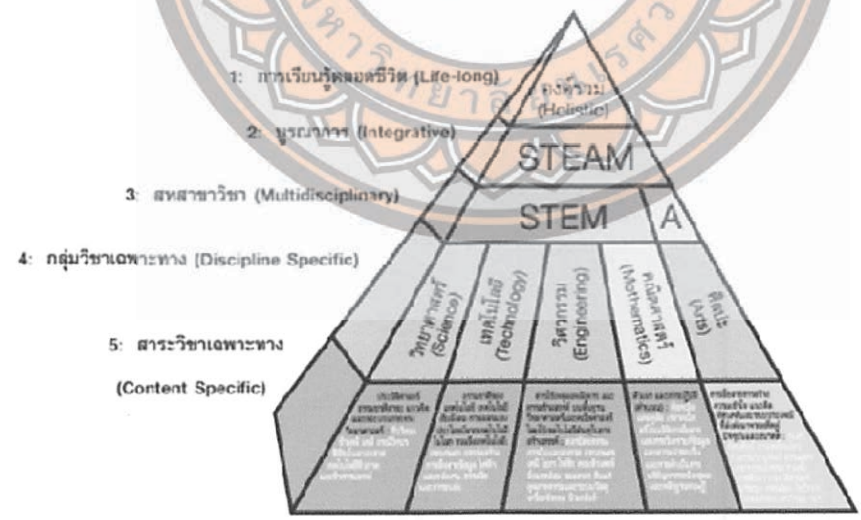
ขั้นที่ 1 จะเป็นเนื้อหาสาระที่เฉพาะเจาะจง (Content Specific) ต่อมาด้วยจะเป็นการศึกษาที่อยู่หลังมัธยมศึกษาที่จะเฉพาะทางมากกว่าทุกลำดับขั้นของปิรามิด

ขั้นที่ 2 เป็นกลุ่มองค์ความรู้ที่แบ่งตามศาสตร์ (Discipline Specific) เป็นการศึกษาขั้นพื้นฐานของศาสตร์ในแต่ละศาสตร์จะเป็นการศึกษาเน้นพื้นฐานของศาสตร์เหมาะสำหรับช่วงชั้นมัธยมศึกษา

ขั้นที่ 3 เป็นการเรียนรู้แบบสหสาขาวิชา (Multidisciplinary) เป็นการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นวิทยาศาสตร์ในการเชิงการใช้แนวคิดสะเต็ม เพื่อสร้างผลงานโดยที่แยกศิลปะศาสตร์ออกอย่างชัดเจนหรือเป็นตัวเสริมแนวคิดหลัก ที่มักจะจัดกิจกรรมโดยการผ่านการกำหนดหัวเรื่อง/หรือโปรเจ็ค ซึ่งทาง Yakmanได้นำเสนอว่าแนวทางในระดับชั้นเหมาะกับเด็กระดับมัธยมศึกษาในการปฏิบัติ

ขั้นที่ 4 บูรณาการ (integrative) เป็นการเชื่อมโยงศาสตร์ทั้งแนวคิดของ STEM และ Arts เข้าด้วยกันโดยผ่านการลงมือทำเป็นผลงานหรือเป็นหัวเรื่องที่ได้รับมอบหมาย เป็นการบูรณาการเนื้อหาสาระและวิธีสอนที่ให้ Arts มีบทบาทไม่ยิ่งหย่อนไปกว่า STEM ซึ่งสามารถส่งเสริมให้เด็กมองเห็นภาพในเชิงองค์รวมของสิ่งที่มีอยู่ ซึ่งเหมาะสำหรับเด็กประถมศึกษาจนถึงมัธยมศึกษา

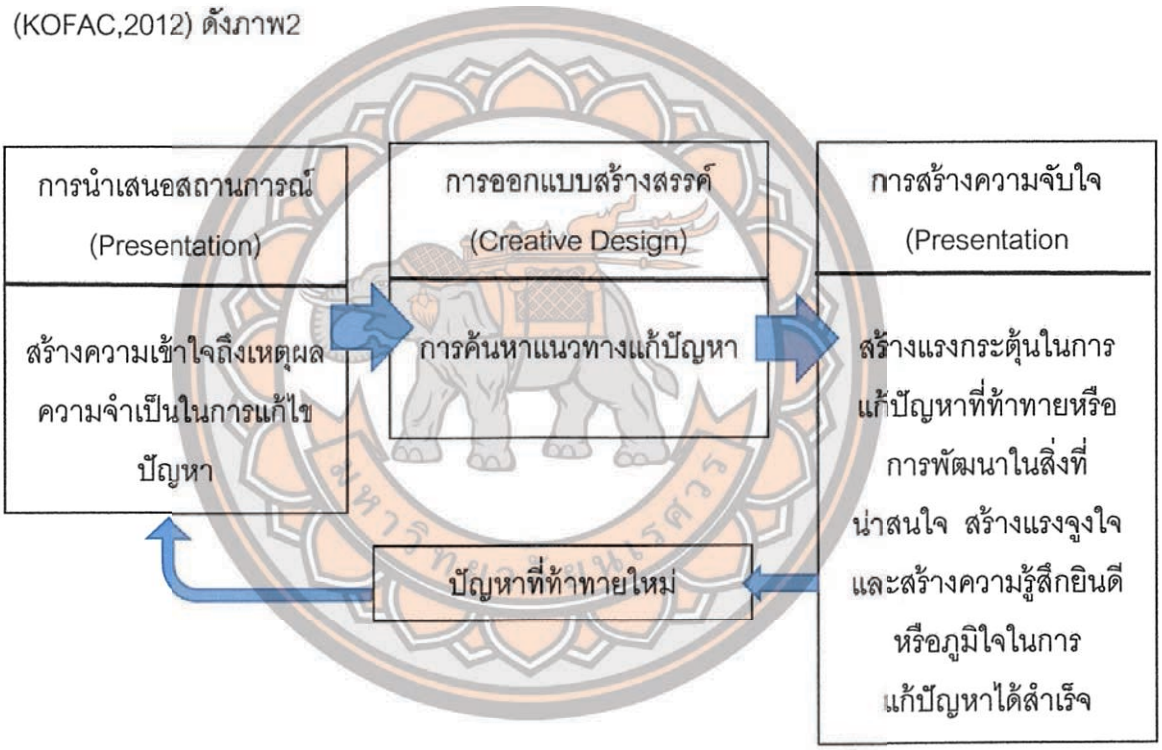
ขั้นที่ 5 การศึกษาแบบองค์รวมตลอดชีวิต เป็นขั้นที่มุ่งเน้นแนวคิดการเรียนรู้ของคนทุกเพศทุกวัยที่สามารถเรียนรู้แบบองค์รวมได้ด้วยตัวเอง (Life-long Holistic) ดังภาพ 1



ภาพ 1 กรอบแนวคิด STEAM

ที่มา : Yakman, 2008

ปัจจัยพื้นฐานของสะตีม คือ การออกแบบสร้างสรรค์ และการสร้างความจับใจ โดยที่จัดประสบการณ์ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองอยู่บนพื้นฐานความรู้ กระบวนการ ธรรมชาติที่หลากหลายของวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี (Baek et al.,2011) มูลนิธิแห่งประเทศสาธารณรัฐเกาหลีเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์ (Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity (KOFAC)) ได้นำเสนอแนวทางการนำสะตีมศึกษา ไปประยุกต์ใช้โดยมีปัจจัยสำคัญ ในการนำแนวคิดสะตีมไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ บริบท (context) การออกแบบ (Creative Design) และการสร้างความจับใจ (Emotional Touch) (KOFAC,2012) ดังภาพ2



ภาพ 2 กรอบแนวทางการใช้ STEAM

ที่มา : KOFAC, 2012

การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมมี 3 ขั้นหลัก (Baek et al.,2011) ดังนี้

ขั้นแรก การนำเสนอสภาพปัญหาบริบทเชื่อมโยงกับชีวิตจริง หรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาปัจจุบันที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับผู้เรียน หรือที่เกิดขึ้นบนโลก เพื่อให้มีข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการคิดขั้นต้น เช่น เข้าใจหรือวิเคราะห์ มองเห็นประเด็นที่เป็นสถานการณ์ที่ผู้เรียนจะร่วมกันคิดหาทางพัฒนาหรือแก้ไขปัญหา หรือต้องการหาข้อค้นพบใหม่ในเชิงสร้างสรรค์

ขั้นที่สอง การออกแบบสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหาตามสถานการณ์ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดอย่างอิสระ โดยมีจุดมุ่งหมายสำคัญไม่เพียงพอแต่จะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ แต่ยังมุ่งเน้นทักษะการสื่อสาร การเรียนรู้ร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของกันและกัน กระบวนการออกแบบสร้างสรรค์ หรือหาแนวทางการแก้ไขปัญหา เริ่มจากผู้เรียนตัดสินใจในความเป็นจริง คุณค่า และความต้องการจำเป็นในสถานการณ์นั้นๆ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ผู้เรียนจะต้องเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

ขั้นสุดท้าย การสร้างความรู้สึกจับใจ อันนับเป็นขั้นขยายสิ่งที่ค้นพบ โดยเน้นเจตคติต่อสิ่งที่เรียนรู้ ผ่านการลงมือทำที่ผ่านประสบการณ์ในการค้นหาจากสถานการณ์ที่ได้เรียนรู้ ในขั้นนี้ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาการรับรู้ การแสดงออกและการเห็นอกเห็นใจผู้อื่น ซึ่งการสร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ การค้นหาได้ลงมือทำจริง ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสนใจในวิยาศาสตร์อีกทางหนึ่ง

การนำสะตีมไปใช้การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในหลากหลายประเทศจะขอยกตัวอย่างการใช้สะตีมที่ประเทศสาธารณรัฐสังคมนิยมเกาหลี เป็นการนำการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based) มาใช้โดยเริ่มต้นด้วยการนำเสนอประเด็นให้นักเรียนเห็นและทำความเข้าใจปัญหาในสังคม เพื่อกระตุ้นให้นักเรียน "คิด" ทำความเข้าใจปัญหา และ "คิด" หาวิธีการแก้ปัญหารวมทั้งสร้างการมีส่วนร่วมให้เกิดการอยากค้นหา อันนำไปสู่การสร้างสรรค์แนวทางในการแก้ไขปัญหาโดยมีการบูรณาการ เนื้อหาสาระครอบคลุม สะเต็ม (STEM) และศิลป์ (Arts) ที่เน้นการสร้างแรงจูงใจด้วยการให้ลงมือปฏิบัติ โดยผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วิสูตร โพธิ์ศรี (2560) การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีม มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นแรก การนำเสนอสภาพปัญหาบริบทเชื่อมโยงกับชีวิตจริง หรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาปัจจุบันที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับผู้เรียน หรือที่เกิดขึ้นบนโลก เพื่อให้มีข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการคิดขั้นต้น เช่น เข้าใจหรือวิเคราะห์ มองเห็นประเด็นที่เป็นสถานการณ์ที่ผู้เรียนจะร่วมกันคิดหาทางพัฒนาหรือแก้ไขปัญหา หรือต้องการหาข้อค้นพบใหม่ในเชิงสร้างสรรค์

ขั้นที่สอง การออกแบบสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหาตามสถานการณ์ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดอย่างอิสระ โดยมีจุดมุ่งหมายสำคัญไม่เพียงพอแต่จะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ แต่ยังมุ่งเน้นทักษะการสื่อสาร การเรียนรู้ร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของกันและกัน กระบวนการออกแบบสร้างสรรค์ หรือหาแนวทางการแก้ไขปัญหา เริ่มจากผู้เรียนตัดสินใจในความเป็นจริง

คุณค่า และความต้องการจำเป็นในสถานการณ์นั้นๆ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ผู้เรียนจะต้องเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

ขั้นที่สาม การสร้างความรู้สึกจับใจ อันนับเป็นขั้นขยายสิ่งที่ค้นพบ โดยเน้นเจตคติต่อสิ่งที่เรียนรู้ ผ่านการลงมือทำที่ผ่านประสบการณ์ในการค้นหาจากสถานการณ์ที่ได้เรียนรู้ ในขั้นนี้ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาการรับรู้ การแสดงออกและการเห็นอกเห็นใจผู้อื่น ซึ่งการสร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ การค้นหาได้ลงมือทำจริง ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสนใจในวิยาศาสตร์อีกทางหนึ่ง

ขั้นสุดท้าย การต่อยอดปัญหาใหม่ เป็นการสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ต่อยอดสร้างสรรค์ผ่านกระบวนการการออกแบบทางศิลปะโดยมีพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือแรงและการเคลื่อนที่

กิจกรรมการเรียนรู้สร้างสรรค์ตามแนวคิดสะตีม

แนวทางการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ศิลปะสร้างสรรค์ตามแนวคิดสะตีม โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based) มีหลักสำคัญที่สังเคราะห์ได้ 4 ประเด็น ดังนี้ คือ

1) การบูรณาการ (Integration) ซึ่งจะเป็นการเชื่อมโยงสอดประสานในเรื่องของความรู้/เนื้อหา กระบวนการ รวมถึงเจตคติของนักเรียน

2) ความหลากหลาย (Variety) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เน้นการสร้างประสบการณ์ และยิ่งมีความหลากหลายทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ และได้มีมวลประสบการณ์และความรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้

3) ความลึก (Deep) การลงลึกในองค์ความรู้ที่มีความจำเป็น และที่สนใจของผู้เรียนจะเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการต่อยอดสร้างสรรค์ต่อไปได้

4) ความเป็นพลวัติ (Dynamic) ต้องคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมรอบตัว ไม่ว่าจะเป็นเรื่องนวัตกรรมเทคโนโลยี สภาพเศรษฐกิจ และสังคมทั้งในและต่างประเทศ ซึ่งสิ่งที่ขาดไม่ได้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้สร้างสรรค์ คือ หลักและแนวคิดทฤษฎีศิลปศึกษา DBAE (Discipline Based in Art Education) ประกอบด้วย 4 แกน ที่นำมาใช้ในการออกแบบกิจกรรมและขอบข่ายการสอนศิลปะ โดยไม่จำเป็นต้องเป็นเฉพาะทางทัศนศิลป์ ดนตรี นาฏศิลป์ แต่ยังรวมไปถึงศาสตร์ทางภาษา มนุษยศาสตร์ และสังคมศาสตร์อีกด้วย

2.4 แนวคิดสะตีมศึกษา

แนวคิดสะตีมพัฒนาจากสะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นการจัดการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรม (Engineer) และคณิตศาสตร์ (Mathematic) โดยสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (the National Science Foundation : NSF) เป็นผู้ริเริ่มใช้คำดังกล่าว ซึ่งทั้งสี่สาขาวิชาที่กล่าวมาข้างต้นนั้นแต่ก่อนโดยทั่วไปแล้วนั้นจะจัดการเรียนการสอนแยกตามสาระวิชา ซึ่งต่างจากหลักการของสะเต็มนั้นจะนำสาระหรือสาขาวิชาทั้ง 4 สาขาวิชามาบูรณาการเป็นส่วนหนึ่งในการจัดการเรียนการสอนโดยการใช้เทคโนโลยี หรือผสมผสานเทคโนโลยีในบางส่วน โดยส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์และหาวิธีใหม่ในการแก้ปัญหา และนำไปประยุกต์ต่อสิ่งที่เรียนรู้ต่อไปได้ Fioriello, P. (2010) การจัดการศึกษาสะเต็มศึกษา มุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้โดยวิธีบูรณาการในระดับหลักสูตร หรือรายวิชา ซึ่งเนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องไม่จำเป็นต้องมีสัดส่วนที่เท่ากัน อาจจะเน้นเรื่องใดเรื่องหนึ่งและบูรณาการวิชาอื่นๆ ไปพร้อมกัน จากแนวคิดสะเต็มได้มีผู้ศึกษาและพัฒนาต่อยอดแนวคิดจัดการศึกษาจาก STEM เป็น STEAM โดยเพิ่มตัวอักษร "A" เข้ามา โดยที่ตัวอักษร "A" หมายถึง Arts หรือศิลปะศาสตร์ ไม่ใช่เฉพาะทางด้านศิลปกรรมเท่านั้น ยังรวมถึงเรื่องของภาษาวรรณกรรม ปรัชญา จิตวิยา สังคมและมนุษย์อีกด้วย โดย Georgette Yaman ได้จำแนกหลัก STEAM ไว้ดังนี้

Science คือประวัติศาสตร์ ธรรมชาติสาระ แนวคิด และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชีววิทยา ชีวเคมี เคมี ธรณีวิทยา ฟิสิกส์และอวกาศ เทคโนโลยีชีวภาพ และชีวการแพทย์

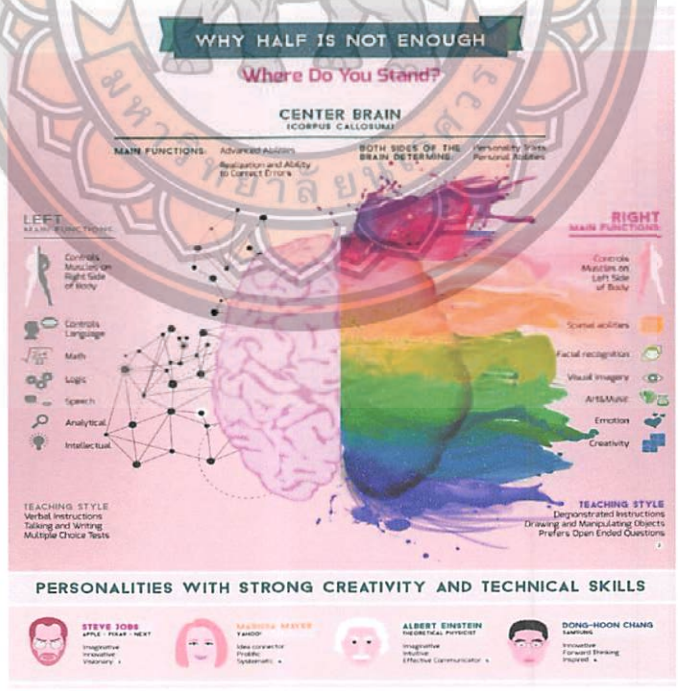
Technology คือ ธรรมชาติของเทคโนโลยี เทคโนโลยีกับสังคม การออกแบบ ประโยชน์จากเทคโนโลยีในโลก รวมถึงเทคโนโลยี : การเกษตร การก่อสร้าง การสื่อสารข้อมูล การผลิต การแพทย์ ไฟฟ้าและพลังงาน การผลิตและการขนส่ง

Engineer คือ การใช้เหตุผลหลักการ และการสร้างสรรค์ บนพื้นฐานวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์โดยใช้เทคโนโลยีในการสร้างสรรค์ : การบินและอวกาศ การเกษตร สถาปัตยกรรม เคมี โยธา คอมพิวเตอร์ ไฟฟ้า สิ่งแวดล้อม ของเหลว อุตสาหกรรมและระบบ วัสดุ เครื่องจักรกล สินแร่ นิวเคลียร์ กองทัพเรือและมหาสมุทร

Arts คือ การสื่อสารการสร้างความเข้าใน แนวคิด ทัศนคติ และขนบประเพณีที่ส่งต่อมาจากอดีตสู่ปัจจุบันและอนาคต : ทัศนศิลป์ ดนตรี การเคลื่อนไหวร่างกาย/นาฏศิลป์ การแสดง ภาษาวรรณกรรม รวมทั้ง การศึกษา ประวัติศาสตร์ ปรัชญา การเมือง จิตวิทยา สังคมวิทยา เทววิทยา ฯลฯ

Mathematic คือ ตัวเลข และการปฏิบัติ (คำนวณ) : พีชคณิตแคลคูลัส เรขาคณิต ตรีโกณมิติ สื่อสาร และการวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และการดำเนินการแก้ปัญหาการมีเหตุผลและหลักฐานทฤษฎี

ดังนั้น สะตีมศึกษา คือ การจัดการศึกษาบูรณาการความรู้ 5 ด้าน คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ การนำความรู้ที่ได้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการ หรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและการทำงาน การจัดการเรียนรู้แบบสะตีมศึกษาเป็นการเรียนรู้ที่ไม่เน้นการท่องจำทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎี หรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริง ควบคู่กับการพัฒนาการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหาและการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลค้นพบใหม่ๆ พร้อมทั้งนำข้อค้นพบนั้นไปบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้ การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา จึงเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนรักและเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์และเห็นว่าวิชาเหล่านั้นเป็นเรื่องใกล้ตัวที่สามารถนำมาใช้ได้ทุกวัน



ภาพ 3 การเปรียบเทียบระหว่าง STEM และ STEAM

ที่มา : University of Florida, 2014

มหาวิทยาลัยฟลอริด้า (University of Florida) ได้จัดทำภาพข้อมูล (Infographic) ที่แสดงการศึกษาจากการที่เรียนรู้ ครึ่งสมอง (Half-brain education) ว่านั้นไม่เพียงพอต่อการประสบความสำเร็จในชีวิต การเพิ่มศิลปะ (Arts) เข้ามาใน STEM นั้นเป็นพื้นฐานของการสนับสนุนให้เกิดการแก้ปัญหาด้วยความคิดสร้างสรรค์ เป็นการหล่อหลอมสิ่งที่นักเรียนสงสัยใคร่รู้ และช่วยให้พัฒนาความคิดเชิงพิจารณ์ในการแก้ปัญหา (university of Florida, 2014) ศิลปะ (Arts) นับเป็นศาสตร์ที่สำคัญและทำให้ STEM ให้เป็น STEAM ในที่สุด ผู้วิจัยจึงนำทักษะการคิดที่เกิดขึ้นจากศาสตร์ STEM และ STEAM เปรียบเทียบให้เห็น ดังตาราง 6

ตาราง 6 เปรียบเทียบทักษะการคิดของ STEM ให้เป็น STEAM

ศาสตร์	STEM	STEAM
วิทยาศาสตร์ (Science:S)	กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์(Scientific Inquiry)	กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์(Scientific Inquiry)
เทคโนโลยี(Technology:T)	การประยุกต์ศาสตร์สาขาอื่น ๆ เพื่ออำนวยความสะดวก	การประยุกต์ศาสตร์สาขาอื่น ๆ เพื่ออำนวยความสะดวก
วิศวกรรม (Engineering:E)	กระบวนการแก้ปัญหา, กระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ	กระบวนการแก้ปัญหา, กระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ
ศิลปะ (Arts)		ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity)
คณิตศาสตร์ (Mathematics:M)	การคำนวณ, การต่อยอดทางวิศวกรรม	การคำนวณ, การต่อยอดทางวิศวกรรม

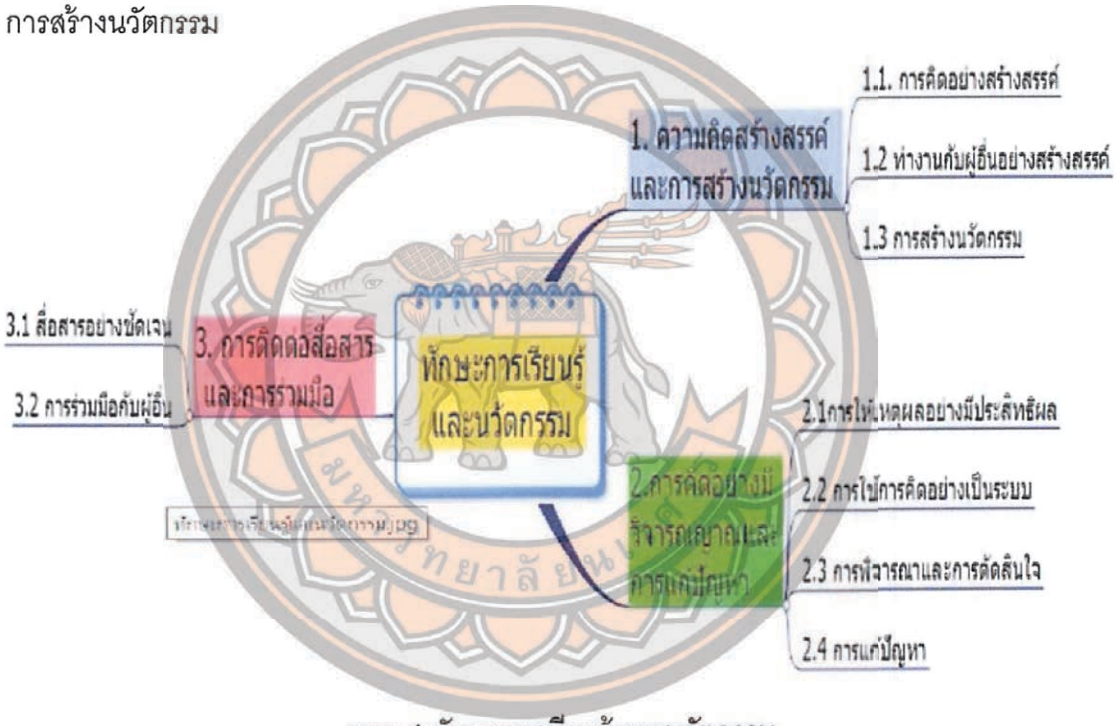
ที่มา : ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ สสวท, 2557

3. ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

ในศตวรรษที่ 21 ระบบการศึกษาในปัจจุบันซึ่งสามารถเรียนรู้และปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในโลกปัจจุบันและอนาคตได้ สำหรับผู้ที่มีทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

จะสามารถปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น โดยเป็นทักษะในด้านเป็นตัวกำหนดความพร้อมเพื่อเข้าสู่โลกแห่งการเรียนรู้และการทำงาน ครูมีหน้าที่ช่วยออกแบบกิจกรรม ประเมินและแนะนำเท่านั้น การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 จึงควรส่งเสริมความเข้าใจในเนื้อหาวิชาและทักษะการเรียนรู้ต่างๆ เข้าไปในวิชาแกนควบคู่กันไป ทักษะในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ (วิจารณ์ พานิช, 2555) ประกอบด้วยทักษะ 3 ด้าน ดังนี้

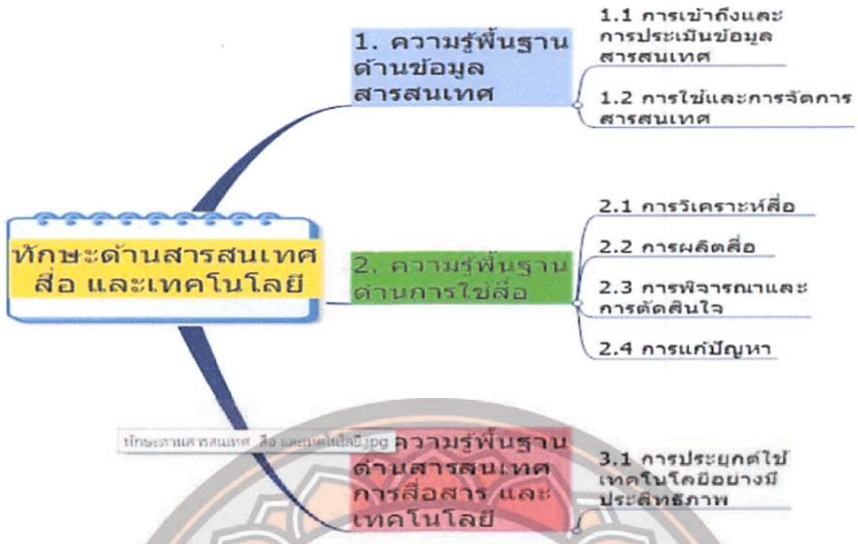
1. ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม เป็นทักษะที่จะเป็นตัวกำหนดความพร้อมของนักเรียนเข้าสู่โลกการทำงาน ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์ การทำงานกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ และการสร้างนวัตกรรม



ภาพ 4 ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

ที่มา : ไสว ฟักขาว, 2558

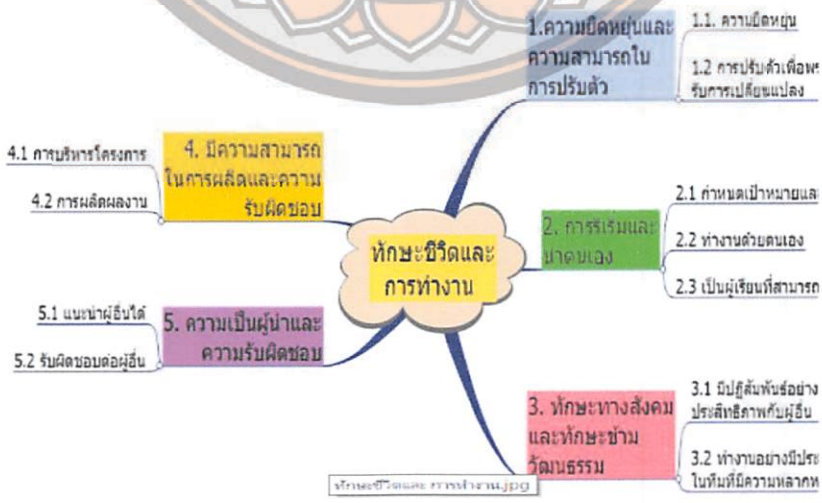
2. ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี ผู้เรียนต้องความสามารถในการแสดงทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและปฏิบัติงานได้หลากหลาย ในปัจจุบันมีการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารผ่านทางสื่อและเทคโนโลยีหลายประเภท ผู้เรียนต้องอาศัยความรู้คือ ความรู้ด้านสารสนเทศ ความรู้เกี่ยวกับสื่อ และความรู้ด้านเทคโนโลยี



ภาพ 5 ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี

ที่มา : ไสว ฟักขาว, 2558

3. ทักษะด้านชีวิตและการทำงาน ในการดำรงชีวิตและทำงานในยุคปัจจุบันให้ประสบความสำเร็จ ผู้เรียนจะต้องพัฒนาทักษะชีวิตที่สำคัญ ได้แก่ ความยืดหยุ่นและการปรับตัว การริเริ่มสร้างสรรค์และเป็นตัวของตัวเอง ทักษะสังคมและสังคมข้ามวัฒนธรรม การเป็นผู้สร้างผู้ผลิตและความรับผิดชอบ เชื่อถือได้ มีภาวะผู้นำและรับผิดชอบ



ภาพ6 ทักษะด้านชีวิตและการทำงาน

ที่มา : ไสว ฟักขาว, 2558

3.1 ความหมาย ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

ความคิดสร้างสรรค์ มีส่วนสนับสนุนในการตัดสินใจและแก้ปัญหาในการค้นคว้าหาทางเลือกต่างๆ นอกจากนี้ความคิดสร้างสรรค์ยังช่วยให้บุคคลสามารถนำประสบการณ์มาใช้ในการปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม (world Health Organization, 1994, pp.3) มีนักวิชาการได้กล่าวถึงทักษะการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมไว้อย่างหลากหลาย ดังนี้

สุภาพร ศรศิลป์ (2555) ได้เสนอทักษะของความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) ประกอบด้วย ทักษะที่ใช้ความหลากหลายของเทคนิคการใช้ความคิดการระดมความคิดการสร้างสรรค์ความคิดใหม่ๆ ที่คุ้มค่า วิเคราะห์และประเมินผลความคิดของตนเอง เพื่อปรับปรุงและสร้างความคิดสร้างสรรค์ของตนอยู่ตลอดเวลา การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ การสื่อสารความคิดใหม่ ๆ ร่วมกัน เปิดกว้างและตอบสนองมุมมองใหม่ ๆ มีการเสนอแนะในการทำงานร่วมกัน แสดงให้เห็นถึงความคิดริเริ่มและสร้างสรรค์ในการทำงานและเข้าใจข้อจำกัดในโลกยุคปัจจุบัน

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

1) ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) กระบวนการความคิดได้มาจากหลายๆ วิธีการ เช่น การระดมสมอง สร้างสิ่งใหม่ซึ่งเป็นแนวคิดที่มีคุณค่า แนวคิดสร้างขึ้นจากการทบทวน ขัดเกลา วิเคราะห์และประเมินเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

2) การปฏิบัติอย่างสร้างสรรค์กับคนอื่นๆ (Work creativity with others) สร้างและสื่อสารแนวคิดใหม่ๆ ให้ผู้อื่นทราบอย่างมีประสิทธิภาพ ใจกว้างและยอมรับแนวทางใหม่ๆ ที่นำมาใช้และให้ความร่วมมือกับกลุ่ม แสดงออกโดยปฏิบัติอย่างริเริ่มสร้างสรรค์และเข้าใจข้อจำกัดที่เป็นจริง การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ การสื่อสารความคิดใหม่ๆ ร่วมกัน

3) การนำนวัตกรรมไปใช้ (Implement Innovations) การประยุกต์นำความคิดริเริ่มไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่องานทำให้ผลงานนั้นเป็นนวัตกรรม

วิโรจน์ สารัตนะ (2556) ได้เสนอความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) ประกอบด้วย

1) คิดอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งประกอบด้วยการใช้เทคนิคการสร้างสรรค์ที่หลากหลาย สร้างความคิดที่ทั้งเป็นความคิดเสริมจากเดิม และความคิดก้าวหน้าใหม่ๆ รอบคอบ กลั่นกรอง วิเคราะห์และประเมินความคิดตนเองเพื่อปรับปรุงและให้เกิดพลังอย่างเต็มที่

2) ทำงานอย่างสร้างสรรค์กับคนอื่น คือการพัฒนา ปฏิบัติ และสื่อสารความคิดใหม่สู่คนอื่น เปิดกว้างและตอบสนองต่อทัศนะใหม่ๆ ที่หลากหลาย นำมาใช้ประโยชน์และมีผลสะท้อนต่อการทำงาน แสดงให้เห็นถึงความเป็นต้นตอหรือเป็นแหล่งประดิษฐ์ในการทำงาน และเข้าใจข้อจำกัดของโลกที่เป็นจริงในการนำเอาความคิดใหม่มาใช้ การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์การสื่อสารความคิดใหม่ ๆ ร่วมกันต้องกระทำซ้ำๆ อีกหลายครั้งและยังพบข้อผิดพลาดอีกบ่อยครั้ง

3) นำนวัตกรรมสู่การปฏิบัติ คือ การนำเอาความคิดที่สร้างสรรค์ไปปฏิบัติให้เกิดผลที่เป็นรูปธรรม มีผลที่เป็นประโยชน์ต่อสิ่งที่จะเกิดจากนวัตกรรมนั้น

Partnership for 21st Century Skills (2011) ได้เสนอทักษะของความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) ประกอบด้วย

1) ใช้เทคนิคการสร้างความคิดที่หลากหลาย เช่น การระดมสมอง

2) สร้างมุมมองใหม่และคุ้มค่า ทั้งที่เป็นการปรับปรุงเล็กน้อยจากของเดิมหรือเป็นการเปลี่ยนแปลงจากเดิมโดยสิ้นเชิง

3) ทำความเข้าใจ ปรับปรุง วิเคราะห์ และประเมินแนวคิดของตนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (2557) ได้เสนอความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) ประกอบด้วย

1) ความคิดสร้างสรรค์ (Think Creativity) รู้จักการใช้ เทคนิคการสร้างความคิดที่หลากหลาย สร้างแนวคิดใหม่และมีคุณค่า และสามารถอธิบาย ขัดเกลา วิเคราะห์และประเมินแนวคิดของตนเพื่อปรับปรุงและพัฒนาการสร้างสรรค์ให้มากขึ้น

2) การทำงานอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับผู้อื่น (Work Creativity with Others) สามารถพัฒนา นำไปปฏิบัติและสื่อสาร ความคิดใหม่ๆ ไปสู่ผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ เปิดใจกว้างและยอมรับมุมมองหรือโลกทัศน์ใหม่ๆ ที่มีความหลากหลาย ให้ความเห็นต่อกลุ่มในการทำงาน แสดงถึงความเป็นผู้นำ ในการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการทำงานและเข้าใจสภาพการณ์ ที่อาจเป็นข้อกำจัดในการรับความคิดใหม่ๆ และสามารถนำความผิดพลาดให้เป็นโอกาสในการเรียนรู้ เข้าใจว่าการสร้างสรรค์ และนวัตกรรมเป็นกระบวนการที่ต้องใช้เวลา เป็นกระบวนการที่มีวัฏจักรของความสำเร็จและความผิดพลาดการนำนวัตกรรมสู่การปฏิบัติ สามารถดำเนินการให้เกิดการสนับสนุนการนำนวัตกรรมไปใช้

สุคนธ์ สินธนาพานนท์ (2555) กล่าวไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) เป็นความสามารถของบุคคลที่แสดงความคิดหลากหลายทิศทาง หลายแง่มุม โดยนำประสบการณ์ที่

ผ่านมาเป็นพื้นฐานทำให้เกิดความคิดใหม่ อันนำไปสู่การประดิษฐ์คิดค้นสิ่งต่าง ๆ ที่แปลกใหม่ อันก่อประโยชน์ให้เกิดประโยชน์ต่อสภาพการดำรงชีวิตของมนุษย์ ทำให้มีความสะดวกสบายต่อการดำรงชีวิต มีคุณภาพที่ดี สังคมมีความเจริญก้าวหน้า

จากแนวคิดความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักวิชาการ ดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม หมายถึง ความคิดสร้างสรรค์ เป็นการสร้างความคิดที่หลากหลาย มีกระบวนการคิดได้มาจากหลายๆ วิธีการ สร้างความคิดที่ทั้งเป็นความคิดเสริมจากเดิม และความคิดก้าวหน้าใหม่ๆ สามารถวิเคราะห์และประเมินแนวคิดของตนเองเพื่อปรับปรุงและพัฒนาการสร้างสรรค์นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ให้มากขึ้น การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ สื่อสารความคิดใหม่ๆ การประยุกต์นำความคิดริเริ่มไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่องานทำให้ผลงานนั้นเป็นนวัตกรรม สามารถนำนวัตกรรมมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.2 องค์ประกอบของทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม

มารุต พัฒผล (2558) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบของทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมมีองค์ประกอบหลัก 3 ประการ ได้แก่

1) การคิดอย่างสร้างสรรค์

2) การทำงานร่วมกับบุคคลอื่นอย่างสร้างสรรค์

3) การสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ

โดยแต่ละองค์ประกอบมีพฤติกรรมบ่งชี้ดังต่อไปนี้

1) การคิดอย่างสร้างสรรค์

1.1 คิดริเริ่มในสิ่งที่เป็นประโยชน์

1.2 ใช้เทคนิควิธีการคิดอย่างหลากหลาย

1.3 ใช้ความคิดที่อยู่บนพื้นฐานของข้อมูลและความรู้

1.4 แสดงความคิดของตนเองต่อผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.5 ประเมินและปรับปรุงความคิดของตนเองเพื่อนำไปสู่การสร้างสรรค์

2) การทำงานร่วมกับบุคคลอื่นอย่างสร้างสรรค์

2.1 สื่อสารความคิดของตนเองกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 เปิดรับและตอบสนองความคิดเห็นใหม่ๆของบุคคลอื่น

2.3 แสดงความคิดริเริ่มในการปฏิบัติงานและให้สอดคล้องกับบริบท

2.4 ทำงานร่วมกับคนอื่นด้วยความร่วมมือร่วมใจ

2.5 แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับบุคคลอื่นเพื่อความสำเร็จของงาน

2.6 เคารพความคิดของคนอื่นที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกับความคิดของตน

3) การสร้างสรรค์นวัตกรรมให้สำเร็จ

3.1 วางแผนดำเนินการพัฒนานวัตกรรมสืบเนื่องมาจากการคิดสร้างสรรค์

3.2 ดำเนินการพัฒนานวัตกรรมตามแผนที่กำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.3 ประเมินคุณภาพของนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นโดยใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์

3.4 ปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องของนวัตกรรมให้ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง

องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมจะต้องประกอบด้วยการคิดอย่างสร้างสรรค์ คิดริเริ่มในสิ่งที่เป็นประโยชน์ให้กับตนเองและผู้อื่น โดยใช้เทคนิควิธีการคิดอย่างหลากหลายโดยอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลและความรู้ แสดงความคิดริเริ่มในการปฏิบัติงานและปรับให้สอดคล้องกับบริบท แลกเปลี่ยนเรียนรู้เพื่อความสำเร็จของงาน สามารถทำงานร่วมกับผู้ได้อย่างสร้างสรรค์ และสร้างสิ่งใหม่ ที่เรียกว่า นวัตกรรมให้ประสบผลสำเร็จ ตามการวางแผนและพัฒนาอย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องของนวัตกรรม

4.งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1งานวิจัยในประเทศ

มีนกาญจน์ แจ่มพงษ์ (2559) เป็นงานวิจัยที่พัฒนาชุดฝึกทักษะแบบสะตีมศึกษาเพื่อการสร้างสรรค์ชิ้นงาน เรื่อง พลังงานรอบตัวเรา วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จากการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทักษะและศึกษาระดับความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานหลังจากที่ได้เรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จำนวน 26 คน โดยมีรูปแบบการเรียนรู้บูรณาการ แบบการรวมระหว่างการผสมผสานเนื้อหาหลายวิชากับกิจกรรมการเรียนการสอน เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกทักษะแบบสะตีมศึกษาเพื่อการสร้างสรรค์ชิ้นงาน เรื่องพลังงานรอบตัว พบว่า 1) ชุดฝึกทักษะนี้มีประสิทธิภาพ 80.76/81 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสมัฤทธิ์ทางการเรียนด้านปฏิบัติงาน นักเรียนได้ปฏิบัติการสร้างสรรค์ชิ้นงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น และ 3) ความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานหลังจากที่ได้เรียนโดยใช้แบบประเมินตามสภาพจริง (แบบวัดแบบคะแนนรูบิคScoring Rubric) อยู่ในระดับดี

ชนัฏดา ภูโปร่ง (2559) ทำการจัดการเรียนรู้แบบสะตีมศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ระดับชั้นชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1 ห้องเรียน โรงเรียนสารคามพิทยาคม ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ 15 ชั่วโมง เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต การวิจัยในครั้งนี้เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะตีมศึกษาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะความคิดสร้างสรรค์และ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า 1) ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการและประสิทธิภาพของผลลัพธ์ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะตีมศึกษา พบว่า ค่า E1/E2 มีค่าเท่ากับ 79.89/ 77.06 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 75/72) ทักษะความคิดสร้างสรรค์จากแบบทดสอบก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 3) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน จากการประเมินด้วยแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 4) ความสัมพันธ์หลังเรียนระหว่างทักษะความคิดสร้างสรรค์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนมีค่า R2 เท่ากับ 0.3915 และมีค่า r เท่ากับ0.3884หมายความว่าตัวแปรทั้ง 2 มีแนวโน้มไปใน ทิศทางเดียวกันและมีความสัมพันธ์ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

วิสูตร โพธิ์เงิน (2560) เป็นงานวิจัย STEAM ศิลปะเพื่อสะเต็มศึกษา : การพัฒนาการรับรู้ความสามารถและแรงบันดาลใจให้เด็ก ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ STEAM ว่าเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่นำศิลปะมาบูรณาการกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ปัจจัยสำคัญในการนำแนวคิด STEAM มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ บริบท (Context) การออกแบบสร้างสรรค์ (Creative Design) และการสร้างความจับใจ (Emotional Touch) ในการออกแบบกิจกรรมสร้างสรรค์ สิ่งที่สำคัญในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่สำคัญ 4 ประเด็น คือ 1) การบูรณาการ 2) ความหลากหลาย 3)ความลึก 4) ความเป็นพลวัต

4.2งานวิจัยต่างประเทศ

Kwon et.al.(2011) ได้ศึกษาผลของการใช้ STEAM เป็นฐานของเด็กที่มีความคิดสร้างสรรค์ ประเทศเกาหลี ผลการศึกษาพบว่า การศึกษา STEAM เป็นฐานนั้น เป็นการเชื่อมโยงความคิดสร้างสรรค์ของบุคคล ขณะนี้ทั่วโลกกำลังให้ความสำคัญเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ โดยการใช้ STEAM เป็นฐาน ซึ่งการศึกษา STEAM มาจาก STEM เกิดการรวมกันของวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์ จากนั้น STEAM จะมีศิลปะศาสตร์เข้ามา ซึ่งศิลปะศาสตร์นั้น จะหมายถึง ภาษา ความอิสระ การประดิษฐ์ สำหรับการศึกษาศิลปะศาสตร์นั้นจะทำให้เกิดการเรียนรู้เป็นรูปธรรม และยังเป็นแรงจูงใจในการพัฒนาบุคลิกภาพของเด็ก นำไปสู่

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในเด็ก อีกทั้งส่งผลให้เด็กมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ ซึ่งสังเกตได้จากการทำกิจกรรม

Yakman (2010) ได้ศึกษา เรื่อง อะไรคือจุดเน้นของ STEAM : ผลการศึกษา พบว่า ในศาสตร์วิชาต่าง ๆ ต้องมีภาษามาเกี่ยวข้อง และพยายามศึกษาจนค้นพบ การเชื่อมโยงของศิลปะในสาขาวิชาต่างๆ ทั้ง วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ จึงได้รวบรวมสร้างแผนภาพในรูปแบบกรอบพีรมิดSTEAM จากทั้งหมดของการตรวจสอบ เพื่อสร้างกรอบการทำงานสำหรับการให้โครงสร้างและวิเคราะห์ลักษณะการโต้ตอบของทั้งสองการปฏิบัติและหากไม่ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์การศึกษาของเขตข้อมูลอย่างเป็นทางการ ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม คณิตศาสตร์ และศิลปะ โดยฐานหลัก คณิตศาสตร์ คือ การศึกษาสาระสำคัญของไซโล ระดับที่สองของพีรมิด ระดับบูรณาการ ระดับที่สามของพีรมิด คือ ระดับสหสาขาวิชาชีพ ระดับที่สี่ของพีรมิด คือ วินัย ระดับที่ห้าของพีรมิด คือ เนื้อหาในระดับที่เฉพาะเจาะจง โดยมีการตีความครั้งแรกของวิธีการที่จะอธิบายการเชื่อมโยงการเป็น STEAM : ในขณะที่เราอยู่ในโลก คุณไม่สามารถเข้าใจอะไรได้เลยหากไม่ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ซึ่งการสร้างเตียงนอนให้มากที่สุดจากการวิจัยและพัฒนาด้าน วิศวกรรม ซึ่งไม่สามารถสร้างได้หากไม่มีความเข้าใจในศิลปะ และคณิตศาสตร์

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยการวิจัยในครั้งนี้ใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนตามแบบของ Kemmis andSchmuck (n.d. อ้างอิงในสิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557) ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. รูปแบบการวิจัยSTEAM Education
2. กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย
3. บริบทของห้องเรียน
4. สิ่งที่ศึกษา
5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
6. การสร้างและพัฒนาเครื่องมือ
7. การเก็บรวบรวมข้อมูล
8. การวิเคราะห์ข้อมูล

รูปแบบการวิจัย

ผู้วิจัยการทำการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) การทำวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนจะทำซ้ำเป็นวงจร ทั้งหมด 3 วงจรปฏิบัติการ ตามขั้นตอนที่ประกอบไปด้วย 4 ขั้น คือ 1)การวางแผน (Plan) 2) การลงมือปฏิบัติ (Action) 3) การสังเกต (Observe) และ 4) การสะท้อนความคิด (Reflect) (Kemmis and McTaggart, 1988 อ้างอิงในสิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557)

ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้น ดังต่อไปนี้

1. วางแผนการดำเนินงาน (Plan: P) เป็นขั้นตอนการสร้างและออกแบบการปฏิบัติว่าจะมีลักษณะใด จากนั้นทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การตั้งจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ จำนวน

3 แผนการจัดการเรียนรู้ ที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ตลอดจนสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งได้แก่ แบบบันทึกการสะท้อนผล แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือวิจัยต่างๆ ที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระ และให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม ทำการปรับปรุงเครื่องมือตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระ และให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และความเหมาะสมของเครื่องมือเฉพาะในส่วนของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ และแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้และแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

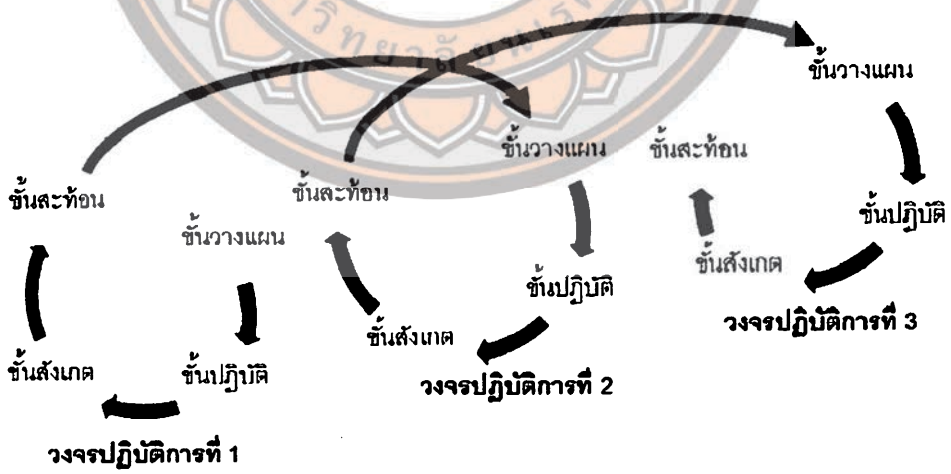
2. การลงมือปฏิบัติ (Action: A) เป็นการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ โดยผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ นำมาใช้ในห้องเรียนโดยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 4 ขั้น คือ ขั้นที่ 1 ขั้นการนำเสนอสถานการณ์ ขั้นที่ 2 ขั้นการออกแบบสร้างสรรค์ ขั้นที่ 3 ขั้นการสร้างความจับใจ ขั้นที่ 4 ขั้นต่อยอด/ปัญหาใหม่

3. การสังเกต (Observe: O) เป็นการรายงานสิ่งที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นผลจากการปฏิบัติในขั้นนี้ผู้วิจัยต้องตรวจสอบตนเองขณะปฏิบัติการสอนในขั้นที่ 2 ว่าวิธีการนั้นได้ผลหรือไม่ และครูมีความจำเป็นที่จะต้องเปลี่ยนวิธีนั้นหรือไม่ กล่าวคือ ครูจะต้องคิดหาข้อบกพร่องของการจัดการเรียนรู้ และหาสาเหตุ จากนั้นให้ดำเนินการแก้ไขอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ครูต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นหรือสะท้อนผลว่า รู้สึกอย่างไร หรือได้เรียนรู้ อะไรจากการปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ ของครูบ้าง โดยการสังเกตครอบคลุมไปถึงวิธีการอื่นๆ ที่ใช้ เก็บรวบรวมข้อมูล ทั้งนี้การสังเกตจะทำให้ผู้วิจัยสามารถนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาสะท้อนความคิดที่มีประสิทธิภาพ สิ่งที่จำเป็นต่อการสังเกต ได้ แก่ ความรอบคอบ การเปิดใจให้กว้าง เพื่อรับสิ่งใหม่ๆ ที่จะเกิดขึ้น ความยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยจะต้องพยายามสังเกตและเก็บข้อมูลที่เน้นประเด็นที่ตนสนใจศึกษา จากนั้นให้ครูวิเคราะห์ เปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากขั้นที่ 3 กับเป้าหมายที่กำหนดไว้ในขั้นที่ 1 โดยพยายามมองหาหลักฐาน ข้อมูลที่สนับสนุน และคัดค้าน เพื่อนำไปสู่การได้ข้อสรุปว่าวิธีปฏิบัติใดให้ผลดีที่สุด

4. การสะท้อนผล (Reflect: R) เป็นการย้อนคิดถึงการปฏิบัติของตนโดยมีเป้าหมายเพื่อทำความเข้าใจกับกระบวนการปัญหา และประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ศึกษา รวมทั้งเป็นการ

เสนอแนวทางสำหรับการปฏิบัติต่อไป เพื่อให้เกิดความเข้าใจว่าสิ่งใดช่วยสนับสนุนหรือเป็นอุปสรรคต่อการจัดการเรียนการสอนของผู้วิจัย และควรจะปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้อย่างไรเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด แต่หากพิจารณาแล้วได้ข้อสรุปว่าวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ปฏิบัติอยู่นั้นเหมาะสมอยู่แล้ว ก็จะต้องตั้งเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ใหม่ให้สูงกว่าเดิม จากนั้นเริ่มวางแผนเข้าสู่ขั้นตอนที่ 1 ในวงจรปฏิบัติการใหม่อีกครั้ง เช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนเกิดความชำนาญและสามารถใช้กระบวนการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

โดยกระบวนการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนจะต้องอาศัยสิ่งที่สำคัญ คือ การสะท้อนผลต่อการจัดการเรียนรู้ ที่เริ่มต้นจากการที่ครูสะท้อนผลเกี่ยวกับปัญหาของการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านมาของตนเอง เพื่อวางแผน (ขั้นการวางแผน) ต่อมาจึงเป็นการรับฟังผลสะท้อนจากกลุ่มเป้าหมายขณะจัดการเรียนรู้ (ขั้นการสังเกต) และสุดท้ายเป็นการสะท้อนผลที่ผู้วิจัยและกลุ่มผู้วิจัยแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นโดยภาพรวม (ขั้นสะท้อนผล) โดยการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนอาจจำเป็นต้องทำซ้ำ เป็นวงรอบอย่างน้อย 3 วงรอบ เนื่องจากในวงรอบที่ 1 จะช่วยให้ครูผู้สอนทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องเรียน ในวงรอบที่ 2 ครูผู้สอนดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขการจัดการเรียนรู้ และจัดการเรียนรู้ในวงรอบที่ 3 เพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาในชั้นเรียน หรือจนกว่าจะได้ข้อมูลที่ ผู้วิจัยยอมรับ ดังภาพ 7



ภาพ 7 วงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ
Kemmis(1988) and Schmuck (2006)

ที่มา : Kemmis(1988) and Schmuck (2006) อ้างอิงใน สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557

ผู้เข้าร่วมวิจัย

ผู้เข้าร่วมวิจัยในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 24 คน

บริบทของห้องเรียน

บริบทของโรงเรียนที่ทำการวิจัยเป็นโรงเรียนขนาดเล็กในจังหวัดอุตรดิตถ์ โรงเรียนไม่ค่อยมีความพร้อมด้านอุปกรณ์การเรียนการสอน อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ไม่มีห้องปฏิบัติการและห้องสมุดให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ โดยในห้องเรียนมีพัดลม มีอากาศถ่ายเทสะดวก มีหลอดไฟที่ให้แสงสว่างเพียงพอ และมีการจัดเตรียมสิ่งอำนวยความสะดวก เครื่องฉาย visualizer และอุปกรณ์ขยายเสียงดังทั่วถึงทั้งห้อง ด้านหน้าห้องมีกระดาน และจออัจฉริยะ เพื่อส่งเสริมให้การจัดการเรียนรู้ ให้มีประสิทธิภาพ ครูจัดนักเรียนนั่งเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน ซึ่งการเป็นการสอนแบบบรรยายและทดลองเป็นบางครั้ง

สิ่งที่ศึกษา

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา
2. ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 3 แผน ใช้เวลา 12 ชั่วโมง ดังนี้

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แรงลัพธ์

1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง แรงเสียดทาน

1.3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แรงดันอากาศ

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษามี 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอสถานการณ์ เป็นขั้นการนำเสนอสถานการณ์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง หรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาปัจจุบันที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับเนื้อหา ซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบของภาพวีดีทัศน์ หรือผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่จะใช้ในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ และสถานการณ์ที่ใช้ในแต่ละแผน ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แรงลัพธ์ สถานการณ์ คือ กระถางทรงพลัง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง แรงเสียดทาน สถานการณ์ คือ รถบรรทุกจอมพลัง

และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แรงดันอากาศ สถานการณ์ คือ รถแข่งแรงดันอากาศ สถานการณ์จะช่วยให้นักเรียนเกิดความสนใจ การใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความคิดและประสบการณ์เดิม ทำให้ผู้เรียนกล้าแสดงความคิดเห็นต่อสถานการณ์และชิ้นงาน เพื่อนำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์และการสร้างชิ้นงานต่อไป

ขั้นที่ 2 ขั้นออกแบบสร้างสรรค์ เป็นขั้นเพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกคิดอย่างอิสระ ผู้เรียนได้สืบค้นข้อมูลจากหลายช่องทาง เพื่อให้ได้ความรู้จากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และมีการนำเสนอชิ้นงานแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนในชั้นเรียนในการออกแบบชิ้นงาน นำความรู้ที่ได้มาออกแบบชิ้นงาน โดยใช้ศิลปะการสื่อสาร การใช้สีสันเข้ามาช่วยในการออกแบบชิ้นงาน

ขั้นที่ 3 ขั้นการสร้างความรู้สึกจับใจ เป็นขั้นขยายสิ่งที่ค้นพบ โดยเน้นเจตคติต่อสิ่งที่เรียนรู้ผ่านการลงมือทำที่ผ่านประสบการณ์ในการค้นหาจากสถานการณ์ที่ได้เรียนรู้ การนำเสนอผลงานที่ออกแบบหน้าชั้นเรียน วิจารณ์ผลงานที่ออกแบบ ครูใช้คำถามในการกระตุ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ มีการระดมความคิดกับเพื่อนในกลุ่มในการสร้างชิ้นงาน วิธีการแก้ไขชิ้นงาน ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนางานของตนเอง จนสำเร็จเกิดความภาคภูมิใจในชิ้นงาน

ขั้นที่ 4 ขั้นต่อยอดปัญหาใหม่ เป็นขั้นการสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ต่อยอดสร้างสรรค์ผ่านกระบวนการออกแบบทางศิลปะ โดยมีพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนสรุปความรู้นำเสนอ Infographic

2. แบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

3. แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

การสร้างและพัฒนาเครื่องมือ

การสร้างเครื่องมือวิจัยได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา (STEAM Education) เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 2) แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ 3) แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

1. **แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา (STEAM Education) เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5** รายวิชาวิทยาศาสตร์ว15101 ยึดเนื้อหาสาระตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) จำนวน 3 แผน เวลาเรียน 12 ชั่วโมง

1.1 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยทำการศึกษาและทำความเข้าใจการจัดการเรียนรู้ เนื้อหา สาระสำคัญ มาตรฐานและสาระการเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชา ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ซึ่งอยู่ในสาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ แล้วกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้

1.2 ศึกษาแนวทางและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา และศึกษาแนวทางและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

1.3 ทำความเข้าใจและกำหนดรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษาและศึกษาแนวทางและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมซึ่งมีทั้งหมด 4 ขั้นตอน ดังนี้

1.3.1 ขั้นนำเสนอสถานการณ์

1.3.2 ขั้นการออกแบบสร้างสรรค์

1.3.3 ขั้นการสร้างความจับใจ

1.3.4 ขั้นต่อยอด/ปัญหาใหม่

1.4 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามขั้นตอนทั้งหมด 4 ขั้น จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ เวลาเรียนทั้งหมด 12 ชั่วโมง ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย ส่วนหัวแผนการจัดการเรียนรู้สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้แกนกลาง กระบวน การจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล สื่อและแหล่งเรียนรู้ และบันทึกผลหลังจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาในการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้ เป็น 3 วงจรปฏิบัติการ ดังนี้

1.4.1 วงจรปฏิบัติการที่ 1 มีทั้งหมด 1 แผน คือ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แรงลัพธ์

1.4.2 วงจรปฏิบัติการที่ 2 มีทั้งหมด 1 แผน คือ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง แรงเสียดทาน

1.4.3 วงจรปฏิบัติการที่ 3 มีทั้งหมด 1 แผน คือ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แรงดันอากาศ

ตาราง 7 แสดงลำดับของแผนจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

วงจรปฏิบัติการ	ลำดับแผน	แผนการจัดการเรียนรู้	ชิ้นงาน	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
1	1	แรงลัพธ์	กระถางทรงพลัง	4
2	2	แรงเสียดทาน	รถบรรทุกจอมพลัง	4
3	3	แรงดันอากาศ	รถแข่งแรงดันอากาศ	4
		รวม		12

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามทางสะตีมศึกษา เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ เพื่อตรวจสอบและให้คำแนะนำในส่วนที่ยังมีข้อบกพร่อง โดยอาจารย์ที่ปรึกษาให้คำแนะนำในการแก้ไขจุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละแผนไม่ให้จุดประสงค์ซ้ำกัน และเพิ่มรายละเอียดในแผนการจัดการเรียนรู้การออกแบบกิจกรรมที่แสดงการเกิดแรงและการเคลื่อนที่ แล้วทำการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระ

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามทางสะตีมศึกษา เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ได้แก่ อาจารย์ในระดับอุดมศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์, ครูวิชาการ, และครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ที่มีวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อตรวจสอบคุณภาพและให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะในการนำศิลปะ เข้ามาจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างไรให้เกิดความคิดสร้างสรรค์

1.7 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามทางสะตีมศึกษาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ตามทางสะตีมศึกษาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแล้วไปใช้จัดการเรียนรู้กับกลุ่มเป้าหมาย

2. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

เป็นแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ มีลักษณะที่ใช้สะท้อนผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ในแบบบันทึกนั้นจะทำการสะท้อนผลในส่วนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่นำมาใช้ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมว่ามีลักษณะอย่างไร และสะท้อนในส่วนของครูผู้สอนว่าจัดการเรียนรู้เป็นไปตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่วางไว้หรือไม่ อย่างไร รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ ในการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกการสะท้อนผลมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

2.1 กำหนดขอบข่ายและประเด็นสำคัญในการบันทึก ได้กำหนดไว้ 2 ด้าน คือ 1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ สะท้อนให้เห็นถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เป็นไปตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษาหรือไม่ อย่างไร ในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา มีจุดเด่น ปัญหา/อุปสรรค รวมถึงข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหา และสิ่งที่ควรปรับปรุงในการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป และ 2) ครูผู้สอน สะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้เป็นไปตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่วางไว้หรือไม่ อย่างไร และสิ่งที่ต้องปรับปรุงสำหรับตัวครูผู้สอนเพื่อให้การจัดการเรียนรู้บรรลุตามวัตถุประสงค์

2.2 สร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ตามขอบข่ายที่กำหนด ดังนี้

2.2.1ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา1)การนำเสนอสถานการณ์ 2) การออกแบบสร้างสรรค์ 3) การสร้างความจับใจ 4) การต่อยอด/ปัญหาใหม่ ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน โดยมีการบันทึกลักษณะการจัดการเรียนรู้ว่า แต่ละขั้นนั้นได้ส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

2.2.2 บันทึกจุดเด่น จุดที่ควรพัฒนา และข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในแต่ละขั้นการจัดการเรียนรู้

2.3 นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ ให้อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระตรวจสอบ และประเมินความเหมาะสม โดยอาจารย์ที่ปรึกษาให้คำแนะนำในการปรับหัวข้อการสะท้อนผลในแต่ละขั้นการสอน โดยเพิ่มหัวข้อ จุดเด่นของการจัดการเรียนรู้แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำอาจารย์ที่ปรึกษา

2.4 ปรับปรุง และแก้ไขแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระแล้วนำไปใช้จริงเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับใช้สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ต่อไป

3. แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียน

แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม มีจุดประสงค์เพื่อประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ที่แสดงให้เห็นถึงความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียน ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

3.1 ศึกษาตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความหมายของความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

3.2 ศึกษาตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางในการวัดและประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม และศึกษาวิธีการสร้างการประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ตลอดจนศึกษาลักษณะของการตั้งข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนน

3.3 สร้างแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.3.1 กำหนดจุดมุ่งหมายของการประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมตามตามแผนการจัดการเรียนรู้ ตามแนวสะตีมศึกษา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ให้สอดคล้องกับทักษะในศตวรรษที่ 21

3.3.2 กำหนดกรอบจุดประสงค์ของการประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม คือ ความคิดสร้างสรรค์ การทำงานกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ และการสร้างนวัตกรรม ให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

3.4 นำแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ให้อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระตรวจสอบ และประเมินความเหมาะสม โดยอาจารย์ที่ปรึกษาให้คำแนะนำในการเพิ่มเติมช่องบันทึกพฤติกรรมสำหรับให้ผู้ประเมินเขียนเพิ่มเติม แล้วปรับปรุงแก้ไขตามที่อาจารย์แนะนำ

3.5 ปรับปรุง และแก้ไขแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระแล้วนำไปใช้จริง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ต่อไป

3.6 นำแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ไปให้ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข จำนวน 3 ท่าน ซึ่งประกอบด้วย อาจารย์ในระดับอุดมศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์, ครูวิชาการ,และครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ มีวิทยฐานะชำนาญการ

พิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์การประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม โดยผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

3.7 นำแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ไปใช้จริงกับผู้เข้าร่วมวิจัย

การเก็บรวมรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2561 ระยะเวลา 6 สัปดาห์เวลาในการทำวิจัย 12 ชั่วโมง โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของชิ้นงานนักเรียน แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และมีการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติมในประเด็นที่น่าสนใจเพิ่มเติม มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยชี้แจงเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แก่นักเรียนผู้เข้าร่วมวิจัย และดำเนินการแบ่งนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม เพื่อเตรียมการเก็บข้อมูล

2. จัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะตีมศึกษา เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยปฏิบัติทั้งหมด 3 วงจรปฏิบัติการ ดังนี้

วงจรที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แรงลัพธ์

ขั้นที่ 1 วางแผน (Plan: P)

วางแผนและออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา (STEAM Education) เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม โดยกำหนดจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้ และสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ สร้างเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการดำเนินการวิจัยตามแผนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act: A)

ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แรงลัพธ์ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 4 ขั้น คือ 1) การนำเสนอสถานการณ์ 2) การออกแบบสร้างสรรค์ 3) การสร้างความจับใจ 4) การต่อยอด/ปัญหาใหม่

ขั้นที่ 3 สังเกต (Observe: O)

เก็บรวบรวมข้อมูลในระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยเครื่องมือที่สร้างขึ้น ได้แก่ แบบบันทึกการสะท้อนผล แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม และแบบประเมินชิ้นงาน

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect: R)

นำข้อมูลที่ได้จากสังเกตมาสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ จากแบบบันทึกการสะท้อนผล แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม และแบบประเมินชิ้นงาน เพื่อพิจารณาว่าการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แรงลัพธ์นั้นบรรลุเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่ ควรจะปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้อย่างไร เพื่อให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด แต่หากพิจารณาแล้วได้ข้อสรุปว่าวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ปฏิบัติอยู่นั้นเหมาะสมอยู่แล้ว ก็จะต้องตั้งเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ให้สูงขึ้นกว่าเดิม

วงจรที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง แรงเสียดทาน

ขั้นที่ 1 วางแผน (Plan: P)

นำผลการประเมินจากการสะท้อนผลการปฏิบัติงานของวงจรที่ 1 มาปรับแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา (STEAM Education) แล้วสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง แรงเสียดทาน ตามที่วางแผนไว้

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act: A)

ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง แรงเสียดทาน เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 4 ขั้น คือ 1) การนำเสนอสถานการณ์ 2) การออกแบบสร้างสรรค์ 3) การสร้างความจับใจ 4) การต่อยอด/ปัญหาใหม่

ขั้นที่ 3 สังเกต (Observe: O)

เก็บรวบรวมข้อมูลในระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยเครื่องมือที่สร้างขึ้น ได้แก่ แบบบันทึกการสะท้อนผล แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม และแบบประเมินชิ้นงาน

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect: R)

นำข้อมูลที่ได้จากสังเกตมาสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ จากแบบบันทึกการสะท้อนผล แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม และแบบประเมินชิ้นงาน ตามแนวทางสะตีมศึกษา (STEAM Education) หลังการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 2 ไปแล้ว เพื่อประเมินผลการจัดการเรียนรู้ นำผลการประเมินมาหาจุดพัฒนา และนำไปปรับปรุงในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แรงดันอากาศ

วงจรที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แรงดันอากาศ

ขั้นที่ 1 วางแผน (Plan: P)

นำผลการประเมินจากการสะท้อนผลการปฏิบัติงานของวงจรที่ 2 มาปรับแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษาโดยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แรงดันอากาศ ตามที่วางแผนไว้

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act: A)

ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แรงดันอากาศเป็นเวลา 4 ชั่วโมง ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 4 ขั้น คือ 1) การนำเสนอสถานการณ์ 2) การออกแบบสร้างสรรค์ 3) การสร้างความจับใจ 4) การต่อยอด/ปัญหาใหม่

ขั้นที่ 3 สังเกต (Observe: O)

เก็บรวบรวมข้อมูลในระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยเครื่องมือที่สร้างขึ้น ได้แก่ แบบบันทึกการสะท้อนผล แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม และแบบประเมินชิ้นงาน

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect: R)

แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม และแบบประเมินชิ้นงาน ตามแนวทางสะตีมศึกษาหลังจากการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 3 ไปแล้ว เพื่อประเมินผลการจัดการเรียนรู้

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยขอสรุปเครื่องมือที่ตอบคำถามวิจัยในแต่ละข้อ ดังตาราง8

ตาราง8 แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการตอบคำถามวิจัย

คำถามวิจัย	เครื่องมือ	ผู้ให้ข้อมูล	เวลาที่ใช้
1.การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ควรมีลักษณะอย่างไร	- แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม - แบบบันทึกการสะท้อนผล	- ผู้วิจัย - ครูฝ่ายวิชาการ -ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์	- ระหว่างวงจรปฏิบัติการ

ตาราง 8 (ต่อ)

คำถามวิจัย	เครื่องมือ	ผู้ให้ข้อมูล	เวลาที่ใช้
2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้หรือไม่ อย่างไร	- แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม	- ผู้วิจัย -ครูฝ่ายวิชาการ -ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์	- ระหว่างวงจรปฏิบัติการ

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ 1) การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้และหาลักษณะของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม และ 2) การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และการสร้างชิ้นงานของนักเรียน ซึ่งจะเน้นข้อมูลเชิงคุณภาพ ดังนั้นในการตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูลจึงเป็นสิ่งสำคัญ ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยเครื่องมือที่หลากหลาย วิธีดังกล่าวเรียกว่า การตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (Triangulation) ประเภทการตรวจสอบสามเส้าด้ายวิธีรวบรวมข้อมูล (Resource Triangulation) และวิเคราะห์เนื้อหา(Content analysis)

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้และหาลักษณะของการจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่นำไปสู่การตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 เครื่องมือวิจัยที่ใช้ คือ แบบบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ และแบบบันทึกการสะท้อนผล หลังจากเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยเครื่องมือวิจัยต่าง ๆ แล้ว ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1.1 อ่านข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือวิจัยทั้งหมด แล้วคัดเลือกข้อมูลที่สำคัญที่สามารถตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 ได้ และทำการเน้นข้อความด้วยปากกา เพื่อง่ายต่อการตัดทอนหรือลดข้อมูลที่ไม่สำคัญต่อการตอบคำถามวิจัย

1.2 รวมข้อมูลที่สามารถตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 ได้ รวมถึงการรวมกลุ่มข้อมูลในประเด็นย่อยของคำถามวิจัย รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในภาพรวม รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในแต่

ละขั้นตอน ของทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการ การใช้คำถามเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ และบทบาทในการให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนการเรียนรู้ เป็นต้น

1.3 เมื่อได้กลุ่ม หรือหมวดหมู่แล้ว ผู้วิจัยจะทำการตีความข้อมูล จากนั้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลและลักษณะร่วมเพื่อสรุปเป็นรูปแบบที่สามารถตอบคำถามวิจัยได้ เช่น ข้อมูลที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนทำความเข้าใจปัญหา จะมีข้อมูลที่ได้จากทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์ลักษณะร่วมของข้อสรุปย่อยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษาที่สามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม แล้วทำการสรุปเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมในภาพรวม

2.การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียน เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่นำไปสู่การตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2 เครื่องมือวิจัยที่ใช้ คือ แบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม หลังจากเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยเครื่องมือวิจัยต่าง ๆ แล้ว ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

2.1 อ่านข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือวิจัยทั้งหมด แล้วคัดเลือกข้อมูลที่สำคัญที่สามารถตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2 ได้ และทำการเน้นข้อความด้วยปากกา เพื่อง่ายต่อการตัดทอนหรือลดข้อมูลที่ไม่สำคัญต่อการตอบคำถามวิจัย

2.2 รวบรวมข้อมูลที่สามารถบ่งบอกถึงการมีความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม รวมถึงการรวมกลุ่มข้อมูลในประเด็นของแต่ละองค์ประกอบย่อย จำแนกคำตอบของนักเรียนที่สามารถบ่งบอกระดับความสามารถในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ในระดับมาก ปานกลาง และน้อย

2.3 สรุปพัฒนาการของการเกิดความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนในแต่ละวงจรปฏิบัติการ เป็นระดับคุณภาพ ตามระดับความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียน

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่5 มีคำถามวิจัย ดังนี้

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษาเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ควรมีลักษณะอย่างไร

2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้หรือไม่ อย่างไร

ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิจัยเพื่อตอบคำถามวิจัย ดังนี้

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ควรมีลักษณะอย่างไร

ผู้วิจัยศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยทำการวิจัยเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้เป็นวงจรปฏิบัติการทั้งสิ้น 3 วงจรปฏิบัติการ ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 แผน ใช้แบบบันทึกการสะท้อนผล และแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนที่เรียนตามแนวทางสะตีมศึกษา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม โดยในส่วนท้ายของวงจรปฏิบัติการจะทำการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติต่อไปจนสิ้นสุดวงจรปฏิบัติการทั้ง 3

วงจรปฏิบัติการที่ 1

ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของ วิสูตร โพธิ์เงิน (2560) โดยมีขั้นการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 4ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นที่ 1ขั้นนำเสนอสถานการณ์ เป็นขั้นตอนที่ครูกำหนดสถานการณ์ปัญหา เรื่อง กระถางทรงพลัง พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสนใจและอยากเรียนรู้ เนื่องจากสถานการณ์ปัญหาดังกล่าวเป็นสถานการณ์จริง

2) ขั้นที่ 2 การออกแบบสร้างสรรค์ เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ปัญหาเรื่อง แรงลัพธ์ โดยให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากเอกสารและหนังสือเรียนจากนั้นสมาชิกในกลุ่มร่วมกันระดมสมอง สรุปเป็นข้อมูลสำคัญ เพื่อวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ ระบุว่าอะไรคือปัญหาที่เกิดขึ้น แล้ววิเคราะห์ถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหานั้น จากนั้นออกแบบการรับน้ำหนักของกระถางเพื่อให้แรงลัพธ์มีค่าเป็นศูนย์ลงในกระดาษ พบว่า ในการทำกิจกรรมของนักเรียนการสืบค้นข้อมูลจากที่ครูเตรียมเอกสารความรู้ให้ทำให้ได้ข้อสรุปและวิธีการในประดิษฐ์ชิ้นงานคล้าย ๆ กัน มีการใช้เวลามากเกินไปในส่วนการออกแบบชิ้นงาน และอุปกรณ์ในการประดิษฐ์กระถางบางอย่างแต่ละกลุ่มต้องใช้ร่วมกันทำให้การทำกิจกรรมช้าและใช้เวลามาก

3) ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างความจับใจ เป็นขั้นตอนที่ขยายสิ่งที่พบเห็น โดยเน้นเจตคติต่อสิ่งที่เรียนรู้ ได้ลงมือปฏิบัติจริง สร้างแรงกระตุ้นในการแก้ปัญหาที่ท้าทาย หรือภูมิใจในการแก้ปัญหา แสดงออกความเห็นอกเห็นใจผู้อื่น

เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มได้นำเสนอผลงานแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน มีการเสนอข้อคิดเห็นและเหตุผล นักเรียนยอมรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนและนำมาพัฒนาผลงานของตนเองจนเกิดความสำเร็จภาคภูมิใจในผลงาน แต่ก็มีปัญหาที่พบ คือ การประดิษฐ์สร้างสรรค์ชิ้นงานของนักเรียนยังมีบางส่วนที่ไม่ตรงตามแบบที่ออกแบบไว้ เพราะนักเรียนเห็นของเพื่อนแล้วนำมาเพิ่มเติมของตนเอง ทำให้ผิดจากแบบที่ออกแบบไว้ และเครื่องชั่งสปริงในการหาค่าแรงลัพธ์เนื่องจากโรงเรียนขนาดเล็กเครื่องชั่งไม่มี จึงใช้ตาชั่งแทนในการหาค่าแรงลัพธ์ และถุงทรายที่ใช้ในการทดสอบน้ำหนักที่โรงเรียนไม่มี จึงแก้ปัญหาโดยใช้ทรายมาชั่งถุงละ 500 กรัม แทนถุงทราย ในการทดสอบการรับน้ำหนักของกระถาง และการรับผิดชอบงานในกลุ่มบางคนไม่ช่วยเพื่อนเมื่อมีการให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น และข้อเสนอแนะ พบว่า นักเรียนมีความเกรงใจและไม่กล้าแสดงความคิดเห็น และให้ข้อเสนอแนะ นักเรียนจะกล่าวชมเพียงอย่างเดียว

4) ขั้นที่ 4 ขั้นการต่อยอดปัญหาใหม่ เป็นการสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ต่อยอดสร้างสรรค์ผ่านกระบวนการการออกแบบทางศิลปะโดยมีพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยให้นักเรียนสรุปความรู้เรื่อง แรงลัพธ์

วงจรปฏิบัติการที่ 2

ผู้วิจัยทำการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ผู้วิจัยวางแผนโดยทำการแก้ไขและพัฒนาจากการจัดการเรียนรู้ในวงจรเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง แรงลัพธ์ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านมา ผู้วิจัยมีการพูดคุยอภิปรายในเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ และเชื่อมโยงในชีวิตประจำวันและได้แลกเปลี่ยนความ

คิดเห็นและความรู้เพิ่มเติม การสรุปประเด็นในเรื่อง แรงลัพธ์ ของแต่ละกลุ่มคล้ายกัน รวมถึงอุปกรณ์ในการทำกิจกรรมของแต่ละกลุ่มไม่เพียงพอ การใช้เวลามากเกินไป และนักเรียนบางส่วนไม่ได้ทำงาน

ในวงจรปฏิบัตินี้ผู้วิจัยจึงเปลี่ยนการวางแผนการจัดการเรียนรู้ ตามขั้นตอนการสอน ดังนี้

1) ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอสถานการณ์ เป็นขั้นตอนที่ครูกำหนดสถานการณ์ปัญหาครูให้นักเรียนดูวิดีทัศน์ กระตุ้นนักเรียนโดยใช้คำถามเกี่ยวกับล้อรถแข่งให้นักเรียนตอบคำถาม โดยการแนะแนวทางแล้วให้นักเรียนคิดหาคำตอบเพิ่มเติม

ผู้วิจัย : นักเรียนสังเกตดอกยางล้อรถ มีลักษณะอย่างไรบ้างที่นักเรียนเคยเห็น และถ้าจะทำให้รถแข่งวิ่งได้เร็ว จะทำอย่างไร

นักเรียน : ล้อรถแข็งจะมีดอกยางน้อย เพื่อลดแรงเสียดทานทำให้รถวิ่งได้เร็วขึ้น

นำเสนอสถานการณ์ เรื่อง รถกระบะจอมพลัง และครูจัดเตรียมอุปกรณ์ในการทำกิจกรรมการประดิษฐ์รถกระบะจอมพลัง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกนำไปประดิษฐ์ตามที่สนใจ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสนใจและอยากเรียนรู้ และมีความกระตือรือร้นในการเลือกวัสดุที่จะนำมาประดิษฐ์รถกระบะจอมพลัง ซึ่งในแต่ละกลุ่มก็จะมีการเลือกวัสดุที่แตกต่างกัน

2) ขั้นที่ 2การออกแบบสร้างสรรค์ เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ปัญหาเรื่อง แรงเสียดทาน โดยให้นักเรียนสืบคืนข้อมูลทางเทคโนสารสนเทศ สืบค้นข้อมูลจาก Internet และเอกสารเพิ่มเติม จากนั้นสมาชิกในกลุ่มร่วมกันระดมสมอง เพื่อวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ ระบุว่าอะไรคือปัญหาที่เกิดขึ้น แล้ววิเคราะห์ถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหานั้น ออกแบบรถกระบะ และรถต้องมีน้ำหนักไม่น้อยกว่า 250 กรัม พบว่า นักเรียนสามารถระบุปัญหาที่เกิดขึ้นได้ ออกแบบรถกระบะเพื่อให้สามารถเคลื่อนที่ผ่านพื้นผิวถนนต่าง ๆ ได้ไม่น้อยกว่าระยะทาง 50 เซนติเมตรปัญหาที่พบ คือ รถที่นักเรียนออกแบบไว้น้ำหนักน้อยกว่าที่กำหนด จึงต้องช่วยกันระดมความคิดในการเพิ่มน้ำหนักของรถกระบะให้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

3) ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างความจับใจ เป็นขั้นตอนที่ขยายสิ่งที่พบเห็น โดยเน้นเจตคติต่อสิ่งที่เรียนรู้ ได้ลงมือปฏิบัติจริง สร้างแรงกระตุ้นในการแก้ปัญหาที่ท้าทาย ภูมิใจในการแก้ปัญหา แสดงออกความเห็นอกเห็นใจผู้อื่น

เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มได้นำเสนอผลงานแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนๆ นักเรียนเริ่มกล้าเสนอข้อคิดเห็นและให้เหตุผล พบว่า นักเรียนยอมรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนและนำมาพัฒนาชิ้นงานของตนเอง จนสำเร็จตามแบบที่ออกแบบไว้ ทำให้เกิดความภาคภูมิใจในผลงาน มีการทดสอบและปรับปรุงชิ้นงานจนสำเร็จ แต่ก็มีปัญหาที่พบ คือ การรับผิดชอบงานในกลุ่มบางคนไม่ช่วยเพื่อน

4) ขั้นที่ 4 ขั้นการต่อยอดปัญหาใหม่ เป็นการสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ต่อยอดสร้างสรรค์ผ่านกระบวนการการออกแบบทางศิลปะโดยมีพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จากการสืบค้นข้อมูลหลายช่องทางทำให้แต่ละกลุ่มได้ข้อมูลที่หลากหลาย ทำให้นักเรียนสรุปความรู้เรื่อง แรงเสียดทาน โดยออกแบบทางศิลปะในรูป Infographic ที่สร้างสรรค์แตกต่างกัน นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำงานเข้าใจเรื่อง แรงเสียดทาน และนำเสนอที่น่าสนใจ

วงจรปฏิบัติการที่ 3

ผู้วิจัยทำการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ผู้วิจัยวางแผนโดยทำการแก้ไขและพัฒนาจากการจัดการเรียนรู้ในวงจรเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์วงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง แรงเสียดทาน ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านมาผู้วิจัยให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลหลายช่องทางทำให้ได้ข้อมูลที่หลากหลายในการนำมาสรุปและพัฒนาชิ้นงาน มีการพูดคุยอภิปรายในเรื่อง แรงดันอากาศ และเชื่อมโยงในชีวิตประจำวันและได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและความรู้เพิ่มเติม

ในวงจรปฏิบัตินี้ผู้วิจัยจึงเปลี่ยนการวางแผนการจัดการเรียนรู้ ตามขั้นตอนการสอน ดังนี้

1) ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอสถานการณ์ เป็นขั้นตอนที่ครูกำหนดสถานการณ์ปัญหา ครูให้นักเรียนดูวิดีทัศน์รถพลังงานลม กระตุ้นนักเรียนโดยใช้คำถามเกี่ยวกับรถพลังงานลูกโป่งสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างไร? จะทำอย่างไรให้รถเคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้ไกลที่สุด?

นำเสนอสถานการณ์ เรื่อง รถพลังงานลมและครูจัดเตรียมอุปกรณ์ในการทำกิจกรรมการประดิษฐ์รถแข่งแรงดันอากาศ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกนำไปประดิษฐ์ตามที่สนใจ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสนใจและอยากเรียนรู้ และมีความกระตือรือร้นในการเลือกวัสดุที่จะนำมาประดิษฐ์ รถแข่งแรงดันอากาศ

2) ขั้นที่ 2การออกแบบสร้างสรรค์ เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ปัญหาเรื่อง รถพลังงานลม โดยให้นักเรียนสืบคืนข้อมูลทาง Internet และเอกสารเพิ่มเติมเกี่ยวกับ แรงดันอากาศ จากนั้นสมาชิกในกลุ่มร่วมกันระดมสมอง เพื่อวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้

ระบุว่าอะไรคือปัญหาที่เกิดขึ้น แล้ววิเคราะห์ถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหานั้น ออกแบบรถแข่งแรงดันอากาศ และรถต้องมีน้ำหนักไม่น้อยกว่า 50 กรัม พบว่า นักเรียนออกแบบและอธิบายวัสดุที่ใช้ในการประดิษฐ์รถแข่งแรงดันอากาศ ที่จะทำให้รถแข่งเคลื่อนที่ได้ไกลโดยใช้แรงดันอากาศได้

3) ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างความจับใจ เป็นขั้นตอนที่ขยายสิ่งที่พบเห็น โดยเน้นเจตคติต่อสิ่งที่เรียนรู้ ได้ลงมือปฏิบัติจริง เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มได้นำเสนอผลงานแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนๆ นักเรียนเสนอข้อคิดเห็นและให้เหตุผล มีการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบในการทำงานทำให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการทำงาน พบว่า นักเรียนยอมรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนและนำมาพัฒนาชิ้นงานของตนเอง จนสำเร็จตามแบบ ทำให้เกิดความภาคภูมิใจในผลงาน

4) ขั้นที่ 4 ขั้นการต่อยอดปัญหาใหม่ เป็นการสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ต่อยอดสร้างสรรค์ผ่านกระบวนการการออกแบบทางศิลปะโดยมีพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนปรับแต่งรถแข่งให้มีรูปแบบที่แปลกจากกลุ่มอื่น นักเรียนสรุปความรู้เรื่องแรงดันอากาศ โดยออกแบบทางศิลปะในรูป Infographic พบว่า นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำงานเข้าใจเรื่อง แรงดันอากาศ และนำเสนอที่น่าสนใจ

มหาวิทยาลัยนเรศวร

ตาราง 9 แสดงการสะท้อนผลและการปรับปรุงแก้ไขการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติ

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษาสามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม	วงจรปฏิบัติการ			แนวทางแก้ไขในการจัดการเรียนรู้
	1	2	3	
ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอสถานการณ์	**ปัญหา** -การใช้เวลาในการทำกิจกรรมมากเกินไป -อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำกิจกรรมมีไม่เพียงพอต่อจำนวนกลุ่มของนักเรียน -นักเรียนยังมีความเกรงใจเพื่อนยังไม่กล้าแสดงความคิดเห็น	**ปัญหา** -นักเรียนบางคนยังไม่เข้าใจสถานการณ์ -แหล่งข้อมูลในการสืบค้นมีจำกัดทำให้นักเรียนได้ข้อมูลที่ไม่แตกต่างกัน -นักเรียนบางกลุ่มยังไม่เข้าใจกิจกรรม -นักเรียนไม่ยอมรับความคิดเห็นของเพื่อนในกลุ่ม	**ปัญหา** -ยังมีนักเรียนบางคนไม่กล้าแสดงความคิดเห็นและเสนอแนวคิดในการพัฒนาชิ้นงาน	**วิธีการจัดการเรียนการสอนบทบาทครู** - ครูเตรียมสถานการณ์ที่ใกล้ตัวเด็กหรือสถานการณ์ที่เกิดในปัจจุบัน -ครูเตรียมอุปกรณ์ในการทำกิจกรรมให้ครบตามจำนวนนักเรียน เพื่อลดเวลาในการทำกิจกรรมม -กระตุ้นการใช้คำถามให้นักเรียนสนทนาให้นักเรียนได้ซักถามปัญหาแลกเปลี่ยนความคิดและประสบการณ์เดิม

ตาราง 9 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษาสามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม	วงจรปฏิบัติการ			แนวทางแก้ไขในการจัดการเรียนรู้
	1	2	3	
ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอสถานการณ์	**วิธีการแก้ปัญหา** -เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำกิจกรรมให้เพียงพอต่อจำนวนกลุ่มของนักเรียนเพื่อลดเวลาในการทำกิจกรรม -การสนทนาซักถามประสบการณ์เดิมของนักเรียน เพื่อความเป็นกันเองทำให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น	**วิธีการแก้ปัญหา** -นำเสนอสถานการณ์โดยใช้สื่อวีดิทัศน์ -ครูจัดเตรียมอุปกรณ์ในการทำกิจกรรมให้ครบตามจำนวนกลุ่มของนักเรียน -ครูใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนในการแสดงความคิดเห็น -นักเรียนเลือกวัสดุที่สนใจในการออกแบบ	**วิธีการแก้ปัญหา** -นำเสนอสถานการณ์โดยใช้สื่อวีดิทัศน์, รูปภาพ -ครูจัดเตรียมอุปกรณ์ในการทำกิจกรรมให้ครบตามจำนวนกลุ่มของนักเรียน -ครูใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนในการแสดงความคิดเห็น -นักเรียนเลือกวัสดุที่สนใจในการออกแบบ	**บทบาทนักเรียน** -ให้นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ความรู้และประสบการณ์ -การแสดงความคิดเห็นของนักเรียนต่อสถานการณ์ และชิ้นงาน

ตาราง 9 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษาสามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม	วงจรปฏิบัติการ			แนวทางแก้ไขในการจัดการเรียนรู้
	1	2	3	
ขั้นที่ 2 การออกแบบสร้างสรรค์	**ปัญหา** -แหล่งศึกษาค้นคว้าข้อมูลแรงลัพธ์ จากเอกสารความรู้ที่ครูเตรียมให้ และจากหนังสือเรียนทำให้ได้ข้อมูลที่ไม่หลากหลายในการนำมาสรุปและออกแบบชิ้นงาน -นักเรียนเห็นผลงานของเพื่อนและทำตาม ทำให้ผลงานที่ได้บางส่วนคล้ายกับของเพื่อน	**ปัญหา** -การออกแบบชิ้นงานคำอธิบายพร้อมนักเรียนยังอธิบายไม่ชัดเจน -เตรียมอุปกรณ์ให้เพียงพอต่อจำนวนกลุ่มของนักเรียน -ชิ้นงานไม่ได้ตรงตามที่ออกแบบไว้	**ปัญหา** -แหล่งข้อมูลการสืบค้นข้อมูล -การยอมรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนในกลุ่ม	**วิธีการจัดการเรียนการสอน** **บทบาทของครู** -ครูเตรียมแหล่งข้อมูลในการสืบค้น เช่น ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ เอกสาร หนังสือเรียน เพื่อให้นักเรียนได้ความรู้จากการสืบค้นจากหลายช่องทาง โดยใช้เว็ปไซด์ หนังสือหรือแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ รวมถึงนักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนในชั้นเรียนในการออกแบบชิ้นงาน -ครูอธิบายถึงชิ้นงานที่แปลกใหม่และแตกต่างจากของเดิม

ตาราง 9 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษาสามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม	วงจรปฏิบัติการ			แนวทางแก้ไขในการจัดการเรียนรู้
	1	2	3	
ขั้นที่ 2 การออกแบบสร้างสรรค์	**วิธีการแก้ปัญหา** -เพิ่มช่องทางการสืบค้นข้อมูลหลายช่องทางให้นักเรียน ได้แก่ การสืบค้นผ่าน Internet, จากเอกสารความรู้ หนังสือ - ครูอธิบายนักเรียนในการออกแบบชิ้นงานให้แปลกจากของเดิมหรือประดิษฐ์ขึ้นมาใหม่	**วิธีการแก้ปัญหา** -นักเรียนสืบค้นข้อมูลเรื่องแรงเสียดทาน หลายช่องทางให้นักเรียน ได้แก่ การสืบค้นผ่าน Internet, จากเอกสารความรู้ หนังสือ -ครูแนะแนวทางให้ความรู้เพิ่มเติมการออกแบบชิ้นงาน คำอธิบายพร้อมของนักเรียน	**วิธีการแก้ปัญหา** -เพิ่มช่องทางการสืบค้นข้อมูลหลายช่องทางให้นักเรียน ได้แก่ การสืบค้นผ่าน Internet, จากเอกสารความรู้ หนังสือ -ครูแนะแนวทางให้ความรู้เพิ่มเติมการออกแบบชิ้นงาน คำอธิบายพร้อมของนักเรียน -เตรียมอุปกรณ์ให้เพียงพอต่อจำนวนกลุ่มของนักเรียน	**วิธีการจัดการเรียนการสอนบทบาทนักเรียน** -นักเรียนได้ความรู้จากการสืบค้นจากหลายช่องทาง โดยใช้เว็ปไซต์ หนังสือหรือแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ -นักเรียนนำความรู้ที่ได้มาออกแบบชิ้นงาน โดยใช้ศิลปะ สีสันเข้ามาช่วยในการออกแบบ -นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนในชั้นเรียนในการออกแบบชิ้นงาน

ตาราง 9 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษาสามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม	วงจรปฏิบัติการ			แนวทางแก้ไขในการจัดการเรียนรู้
	1	2	3	
ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างความจับใจ	**ปัญหา** -นักเรียนนำเสนอชิ้นงานที่ออกแบบ แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน นักเรียนจะเกรงใจเพื่อนจึงไม่กล้าที่จะแสดงความคิดเห็น -ทดสอบและปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน นักเรียนจะแก้ไขเฉพาะจุดที่ชำรุด ยังไม่มีการปรับปรุงชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพในการใช้งาน	**ปัญหา** -นักเรียนยังไม่กล้าแสดงความคิดต่อชิ้นงาน และเสนอข้อคิดเห็นให้กับเพื่อนในการปรับปรุงพัฒนาชิ้นงาน	**ปัญหา** -ยังมีนักเรียนที่ยังไม่กล้าแสดงความคิดต่อชิ้นงานและเสนอข้อคิดเห็นให้กับเพื่อนในการปรับปรุงพัฒนาชิ้นงาน	**วิธีการจัดการเรียนการสอน** **บทบาทครู** -ครูใช้คำถามในการกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น -ใช้คำถาม ถามถึงจุดที่ปรับปรุงชิ้นงาน และนักเรียนแก้ไขอย่างไรเพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิด

ตาราง 9 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษาสามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม	วงจรปฏิบัติการ			แนวทางแก้ไขในการจัดการเรียนรู้
	1	2	3	
ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างความจับใจ	**วิธีการแก้ปัญหา** -นักเรียนนำเสนอชิ้นงานที่ออกแบบ แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน ครูกระตุ้นนักเรียนโดยใช้คำถามนำในการให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น -ให้มีการทดสอบและปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานหลายครั้งจนกว่าจะได้ชิ้นงานที่มีประสิทธิภาพในการใช้งาน	**วิธีการแก้ปัญหา** - ครูกระตุ้นและใช้คำถามนำเพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นต่อชิ้นงาน และเสนอข้อคิดเห็นให้กับเพื่อนในการปรับปรุง พัฒนาชิ้นงาน -ให้นักเรียนมีการทดสอบและปรับปรุงชิ้นงานของตนเองจนสามารถนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ	**วิธีการแก้ปัญหา** - ครูกระตุ้นและใช้คำถามนำเพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นต่อชิ้นงาน และเสนอข้อคิดเห็นให้กับเพื่อนในการปรับปรุงพัฒนาชิ้นงาน -ให้นักเรียนมีการทดสอบและปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานของตนเองจนสามารถนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ	**วิธีการจัดการเรียนการสอนบทบาทของนักเรียน** -นักเรียนระดมความคิดกับเพื่อนในกลุ่มในการคิดหาวิธีการแก้ไขชิ้นงาน -นักเรียนมีความกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นต่อชิ้นงานของเพื่อน นักเรียนจะมีการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อน การสร้างชิ้นงานสร้างสรรค์ -นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม มีความภาคภูมิใจกับชิ้นงานที่สำเร็จ

ตาราง 9 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษาสามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม	วงจรปฏิบัติการ			แนวทางแก้ไขในการจัดการเรียนรู้
	1	2	3	
ขั้นที่ 4 ขั้นการต่อยอดปัญหาใหม่	**ปัญหา** - นักเรียนจะมีการเลียนแบบรูปแบบจากหนังสือ และจากของเพื่อน	**ปัญหา** - การออกแบบชิ้นงานของนักเรียนบางกลุ่มยังไม่ค่อยมีการพัฒนาออกแบบสร้างสรรค์ชิ้นงานในการนำเสนอที่คิดเอง -นักเรียนขาดความกระตือรือร้นในการทำงาน	**ปัญหา** - นักเรียนสรุปความรู้โดยออกแบบทางศิลปะในรูป Infographic พบว่านักเรียนมีการพัฒนาออกแบบสร้างสรรค์ชิ้นงานในการนำเสนอ แต่นักเรียนบางคนยังขาดความกระตือรือร้น	**วิธีการจัดการเรียนการสอนบทบาทครู** -จัดหาสื่อการสรุปความรู้รูปแบบต่าง ๆ มาให้นักเรียนได้ดู เช่น ในรูปแผนภูมิ MindMapping และตัวอย่าง Infographic - ให้นักเรียนระดมความคิดสรุปความรู้เนื้อหาโดยสร้างสรรค์ผ่านกระบวนการการออกแบบศิลปะ ในการสรุปชิ้นงานในรูป Infographic

ตาราง 9 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษาสามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม	วงจรปฏิบัติการ			แนวทางแก้ไขในการจัดการเรียนรู้
	1	2	3	
ขั้นที่ 4 ขั้นการต่อยอดปัญหาใหม่	**วิธีการแก้ปัญหา** - ครูนำสื่อตัวอย่าง การสรุปความรู้ รูปแบบต่าง ๆ มาให้นักเรียนได้ดู -ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการสรุปเนื้อหา และการใช้ศิลปะในรูปแบบ Infographic ที่แปลกใหม่และแตกต่างจากที่เคยมีคนทำแล้ว	**วิธีการแก้ปัญหา** - ครูดูแลใกล้ชิด ให้คำปรึกษาในการออกแบบสร้างสรรค์ชิ้นงานในการ -ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการสรุปเนื้อหา และการใช้ศิลปะในรูปแบบ Infographic ที่แปลกใหม่และแตกต่างจากที่เคยมีคนทำแล้ว -เพิ่มการแข่งขันทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นมากขึ้น	**วิธีการแก้ปัญหา** -ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการสรุปเนื้อหา และการใช้ศิลปะในรูปแบบ Infographic ที่แปลกใหม่และแตกต่างจากที่เคยมีคนทำแล้ว - ครูดูแลใกล้ชิด ให้คำปรึกษาในการออกแบบสร้างสรรค์ชิ้นงานในการ -เพิ่มการแข่งขันทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นมากขึ้น	**วิธีการจัดการเรียนการสอนบทบาทนักเรียน** -นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นระดมความคิดกับเพื่อนเพื่อเลือกวิธีที่ดีที่สุด -สรุปความรู้เนื้อหาโดยสร้างสรรค์ผ่านกระบวนการการออกแบบศิลปะ ในการสรุปชิ้นงานในรูป Infographic -นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรม

2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้หรือไม่ อย่างไร

ผู้วิจัยศึกษาความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนเมื่อจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ผลการจัดการเรียนรู้เป็นวงจรปฏิบัติการทั้งหมด 3 วงจรปฏิบัติการ การเก็บข้อมูลของผู้วิจัยแบ่งการเก็บข้อมูลความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม จำนวน 2 ด้าน คือ ความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรม ทำการเก็บข้อมูลแบบรายกลุ่ม และรายห้อง โดยรายห้องทำการเก็บภาพรวมพฤติกรรมของนักเรียนทั้งห้อง รายกลุ่มคือ สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนทุกกลุ่ม สามารถวิเคราะห์ผล ดังต่อไปนี้

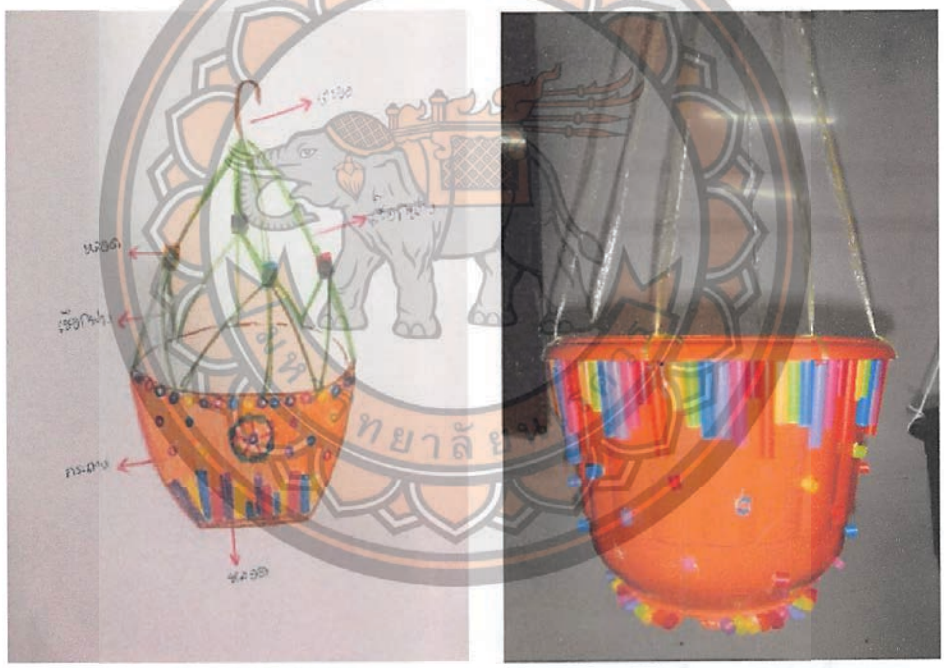
วงจรปฏิบัติการที่ 1

ผลการวิจัยจากการประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียน เรื่อง แรงลัพธ์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยเก็บข้อมูลระหว่างการปฏิบัติกิจกรรม และชิ้นงานของนักเรียนเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียน ซึ่งพบว่า นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับพอใช้ สามารถสรุปผลการประเมินระดับคุณภาพความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ดังตาราง 10

ตาราง 10 แสดงผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนที่เรียนตามแนวทางสะตีมศึกษา เรื่อง แรงลัพธ์ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียน

กลุ่ม	ผู้ประเมิน					
	ผู้วิจัย		ครูวิชาการ		ครูวิทยาศาสตร์	
	คะแนน	ระดับคุณภาพ	คะแนน	ระดับคุณภาพ	คะแนน	ระดับคุณภาพ
กลุ่มที่ 1	12	ปานกลาง	10	พอใช้	12	ปานกลาง
กลุ่มที่ 2	9	พอใช้	10	พอใช้	9	พอใช้
กลุ่มที่ 3	10	พอใช้	9	พอใช้	11	ปานกลาง
กลุ่มที่ 4	10	พอใช้	9	พอใช้	9	พอใช้
กลุ่มที่ 5	11	ปานกลาง	10	พอใช้	10	พอใช้

จากตารางการวิเคราะห์ผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียน ที่เรียนตามแนวทางสะตีมศึกษา เรื่อง แรงลัพธ์ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนอยู่ในระดับคุณภาพพอใช้ ซึ่งผู้ประเมินทั้ง 3 คน มีความคิดเห็นเหมือนกัน โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม อยู่ระดับคุณภาพ พอใช้ กลุ่มที่ 1 จะมีความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมมากกว่ากลุ่มอื่น คือ ระดับคุณภาพปานกลาง สรุปความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนในวงจรที่ 1 อยู่ในระดับคุณภาพพอใช้จากการประเมิน ปัญหาที่พบคือ นักเรียนยังไม่เกิดความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม เพราะจากการประดิษฐ์ชิ้นงานนักเรียนเห็นของเพื่อนแล้วนำมาใส่ของตนเอง และการดำเนินงานไม่เป็นไปตามภาพที่ออกแบบไว้ ดังภาพ 8



ภาพ 8 แสดงการออกแบบสายแขวนแรงลัพธ์ของชิ้นงานและชิ้นงานสำเร็จตามที่ออกแบบ

จากภาพ 8 พบว่า เชื่อกแขวนในแบบกับชิ้นงานไม่ตรงตามแผนที่วางไว้ ครูวิชาการจึงสนทนาซักถามถึงความเข้าใจของนักเรียนว่า

ครูวิชาการ : เชือกที่นำมามัดรวมกันสามเส้น ทำไมถึงเอาเชือกมามัดรวมกันในแบบ

นักเรียน กลุ่มที่ 4 : เชือกแต่ละเส้นคือ แรง 1 แรง ถ้าเอามามัดรวมกันก็จะมีแรงลัพธ์รับน้ำหนักได้มากขึ้น

ครูวิทยาศาสตร์ : แล้วทำไมเชือกแขวนของนักเรียน ถึงไม่เหมือนกับที่ออกแบบไว้

นักเรียน กลุ่มที่ 4 : เห็นของเพื่อนกลุ่มอื่น กลัวไม่เหมือนเพื่อนเลยเปลี่ยนแบบใหม่

ดังนั้น ในวงจรถัดไปครูจึงควรเน้นนักเรียนในเรื่องการดำเนินงานตามแผนที่วางไว้และไม่นำความคิดของกลุ่มอื่นมาใส่ในกลุ่มของตนเอง

วงจรปฏิบัติการที่ 2

ผลการวิจัยจากการประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียน เรื่อง แรงเสียดทาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยเก็บข้อมูลระหว่างการปฏิบัติกิจกรรม และชิ้นงานของนักเรียน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียน ซึ่งพบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมเพิ่มขึ้น อยู่ในระดับดี สามารถสรุปผลการประเมินระดับคุณภาพความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ดังตาราง 11

ตาราง 11 แสดงผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียน ที่เรียนตามแนวทางสะตีมศึกษา เรื่อง แรงเสียดทาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียน

กลุ่ม	ผู้ประเมิน					
	ผู้วิจัย		ครูวิชาการ		ครูวิทยาศาสตร์	
	คะแนน	ระดับคุณภาพ	คะแนน	ระดับคุณภาพ	คะแนน	ระดับคุณภาพ
กลุ่มที่ 1	22	ดีมาก	20	ดี	21	ดีมาก
กลุ่มที่ 2	20	ดี	19	ดี	20	ดี
กลุ่มที่ 3	19	ดี	20	ดี	19	ดี
กลุ่มที่ 4	18	ดี	20	ดี	18	ดี
กลุ่มที่ 5	18	ดี	19	ดี	20	ดี

จากตารางผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนที่เรียนตามแนวทางสะตีมศึกษา เรื่อง แรงเสียดทาน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ซึ่งพบว่า ผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนของผู้ประเมินทั้ง 3 คน มีระดับความคิดสร้างสรรค์ใกล้เคียงกันทุกกลุ่ม แต่ละกลุ่มมีอยู่ในระดับคุณภาพดี ซึ่งแสดงถึงนักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมเพิ่มมากขึ้น จากการสอบถามนักเรียนถึงสิ่งที่ออกแบบ และวัสดุที่นำมาประดิษฐ์ชิ้นงานนักเรียน สามารถอธิบายเหตุผลได้และนักเรียนมีการดำเนินงานตามแผนที่วางไว้ได้ดีขึ้น ดังภาพ 9

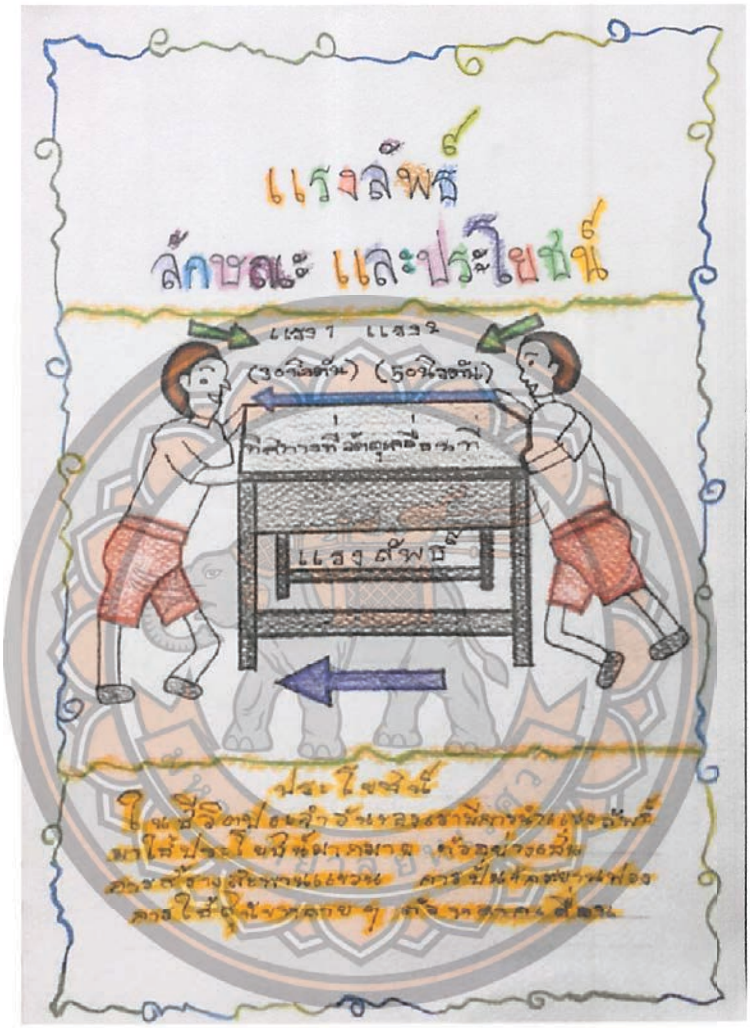
ภาพ 9 แสดงการออกแบบรถบรรทุกจอมพลังและชิ้นงานสำเร็จตามที่ออกแบบ

จากภาพ 9 พบว่า นักเรียนดำเนินงานดำเนินงานตามแผนที่วางไว้ และสามารถอธิบายและให้เหตุผล แสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่นำวัสดุมาใช้ในการประดิษฐ์รถบรรทุกได้ และนำข้อเสนอแนะมาพัฒนางานจนสำเร็จ จากการสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับชิ้นงาน

ผู้วิจัย : รถบรรทุกของนักเรียนทำไมถึงมีกระบะสองช่วง และล้อรถบรรทุกมีล้อมากกว่ากลุ่มอื่น

นักเรียนกลุ่มที่ 1 : กระบะสามารถรับน้ำหนักได้มาก เพราะมี 2 ช่วง การเพิ่มจำนวนล้อรถบรรทุก เมื่อรับน้ำหนักมาก ๆ จะช่วยลดแรงเสียดทาน

นอกจากนี้ในวงจรที่ 2 ครูได้เพิ่มเติมในเรื่องของการสรุปความรู้ได้ใช้กระบวนการศิลปะมาช่วย ในรูปแบบ Infographic ดังภาพ 10



ภาพ10 แสดงการสรุปความรู้โดยใช้ศิลปะในรูป Infographic

วงจรปฏิบัติการที่ 3

ผลการวิจัยจากการประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียน เรื่อง แรงดันอากาศ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยเก็บข้อมูลระหว่างการปฏิบัติกิจกรรม และชิ้นงานของนักเรียน เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียน ซึ่งพบว่า นักเรียนมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมเพิ่มมากขึ้นจากวงจรที่ 2อยู่ในระดับดีมาก สามารถสรุปผลการประเมินระดับคุณภาพความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ดังตาราง 12

ตาราง 12 แสดงผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียน ที่เรียนตามแนวทางสะตีมศึกษา เรื่อง ความดันอากาศ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียน

กลุ่ม	ผู้ประเมิน					
	ผู้วิจัย		ครูวิชาการ		ครูวิทยาศาสตร์	
	คะแนน	ระดับคุณภาพ	คะแนน	ระดับคุณภาพ	คะแนน	ระดับคุณภาพ
กลุ่มที่ 1	25	ดีมาก	25	ดีมาก	25	ดีมาก
กลุ่มที่ 2	24	ดีมาก	23	ดีมาก	23	ดีมาก
กลุ่มที่ 3	24	ดีมาก	23	ดีมาก	23	ดีมาก
กลุ่มที่ 4	23	ดีมาก	22	ดีมาก	22	ดีมาก
กลุ่มที่ 5	23	ดีมาก	24	ดีมาก	24	ดีมาก

จากตารางการวิเคราะห์ผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียน ที่เรียนตามแนวทางสะตีมศึกษา เรื่อง ความดันอากาศ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ซึ่งพบว่า ผู้ประเมินทั้ง 3 คน มีความคิดเห็นใกล้เคียงกัน และผลการประเมินไปในทางเดียวกัน อยู่ในระดับดีมาก

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวทาง STEAM ส่งเสริมการ
คิดนอกความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้เพิ่มมากขึ้น ทักษะมีความกลัว
ในการแสดงความคิดเห็นต่อครูและเพื่อนๆ ลดลง ในการพัฒนาปรับปรุง
ชิ้นงาน ให้แปลกว่าเดิมและสามารถนำไปใช้ได้

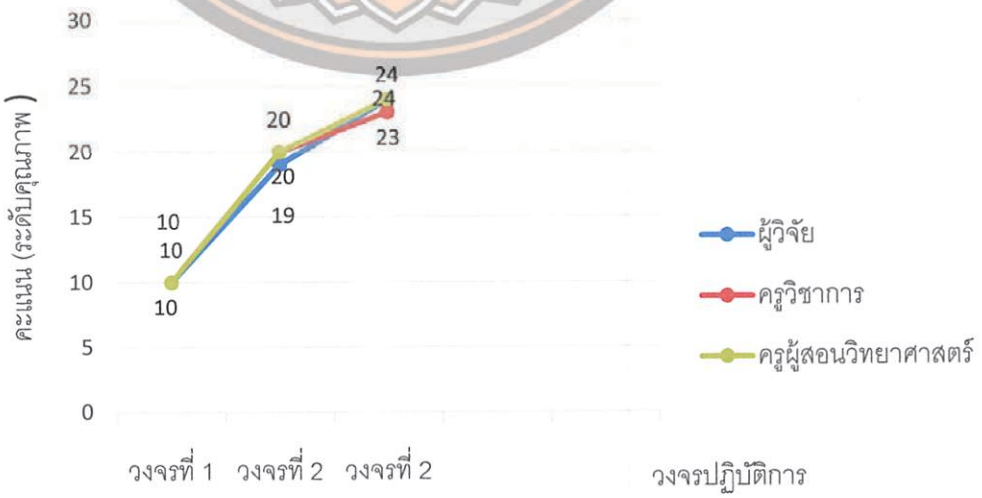
(ครูสอนวิทยาศาสตร์,1 มีนาคม 2562)

ซึ่งแสดงถึงนักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมเพิ่มมากขึ้นจากวงจรที่ 2ในการเลือกวัสดุที่นำมาประดิษฐ์รถแข่งแรงดันอากาศ และประดิษฐ์รถแข่งจนสำเร็จ ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังภาพ 11

ภาพ11 แสดงชิ้นงานรถแข่งแรงดันอากาศที่ใช้งานได้

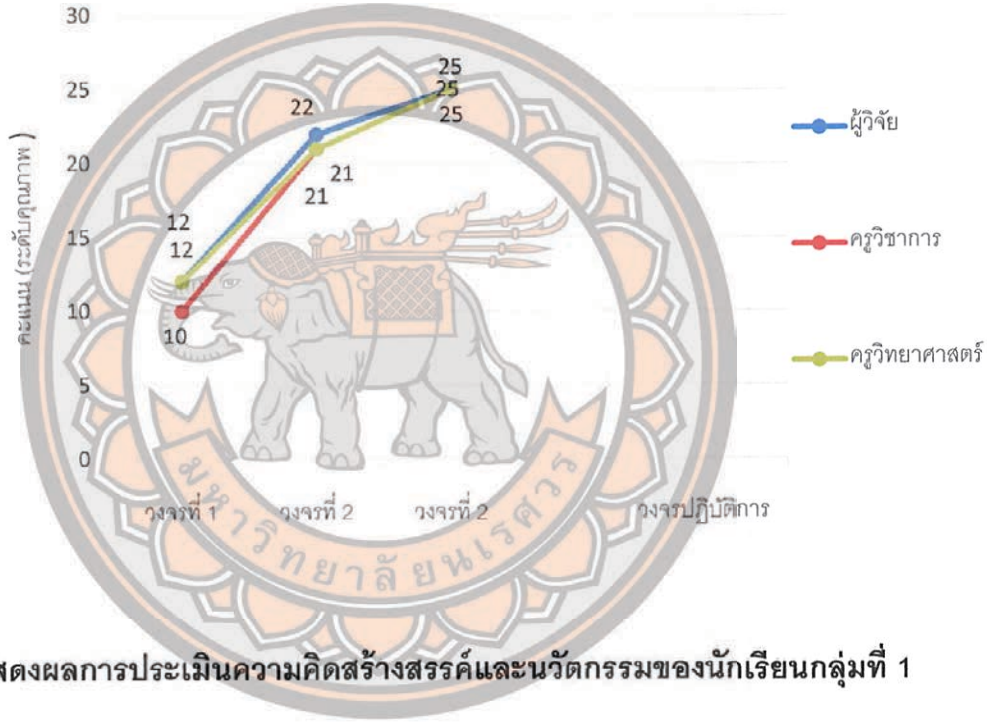
สรุปผลการประเมิน

ผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียน ที่เรียนตามแนวทางสะตีมศึกษา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมนักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติ มีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มมากขึ้น ผู้วิจัยสรุปผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียน ได้ในรูปกราฟเปรียบเทียบของผู้ประเมิน ดังภาพ 12



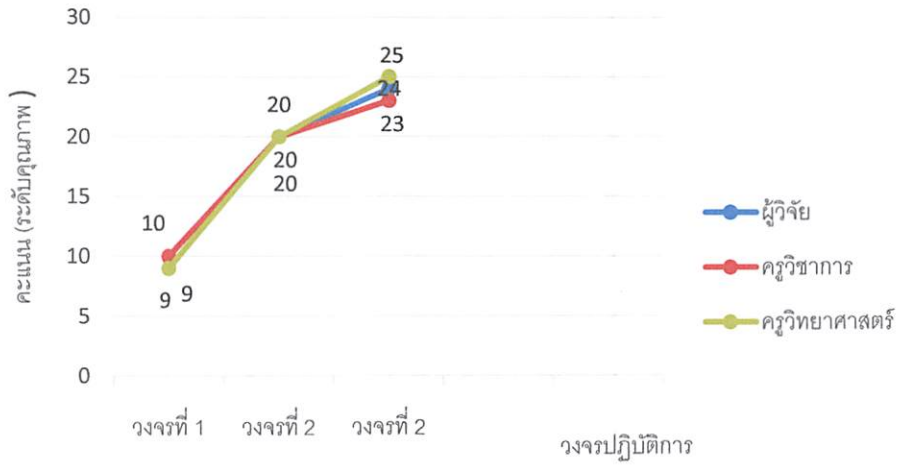
ภาพ 12 แสดงสรุปผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียน วงจรที่ 1-3

จากภาพ 12 แสดงผลของคะแนนการประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 1-3 พบว่า ผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนของผู้ประเมินทั้ง 3 คน ผลระดับคุณภาพสูงขึ้นวงจรปฏิบัติการที่ 1 ระดับพอใช้ วงจรปฏิบัติการที่ 2 ระดับดี และวงจรปฏิบัติการที่ 3 ระดับดีมาก ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมเพิ่มมากขึ้น และผู้วิจัยสรุปผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียน ออกเป็นรายกลุ่ม ดังนี้



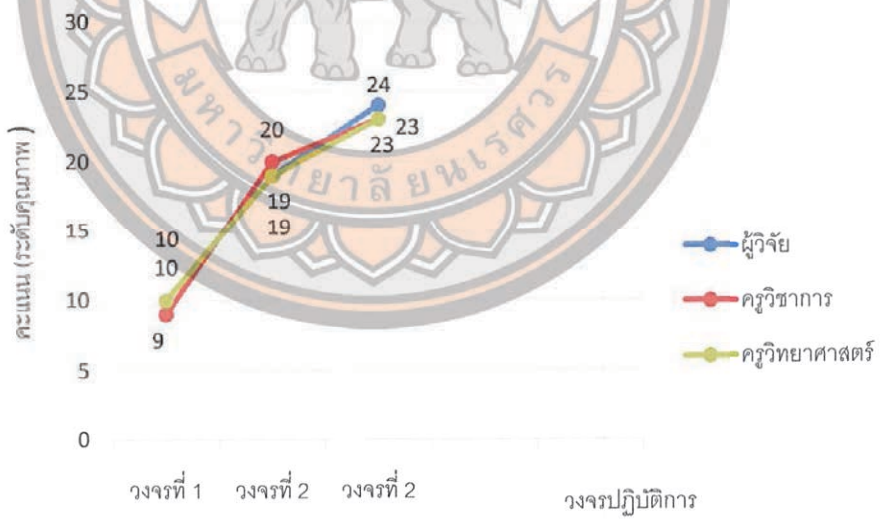
ภาพ 13 แสดงผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนกลุ่มที่ 1

จากตาราง 13 พบว่า ผู้ประเมินทั้ง 3 คน มีความคิดเห็นใกล้เคียงกันโดยมีระดับคุณภาพเพิ่มมากขึ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการ อยู่ในระดับพอใช้ ระดับดี และระดับดีมาก ตามลำดับและจากผลการประเมินนักเรียนมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ มีการแสดงความคิดเห็นต่อสถานการณ์ และชิ้นงาน ภายในกลุ่มมีความกล้าที่จะแสดงความคิดเห็น จึงทำให้เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น



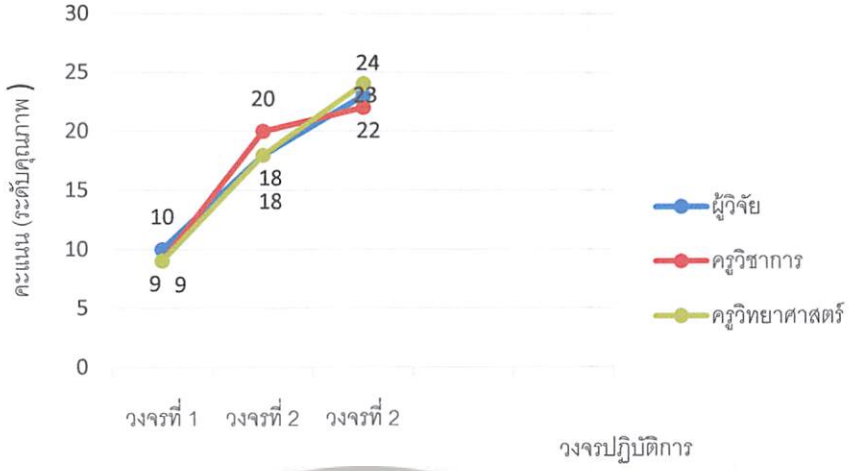
ภาพ 14 แสดงผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนกลุ่มที่ 2

จากภาพ 14 ผลการประเมิน พบว่า ผู้ประเมินทั้ง 3 คน มีความคิดเห็นใกล้เคียงกันโดย นักเรียนมีความกล้าแสดงความคิดเห็นในการสร้างและออกแบบชิ้นงาน มีระดับคุณภาพเพิ่มมากขึ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการ และในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และ 2 มีความคิดเห็นตรงกันอยู่ในระดับพอใช้ และระดับดีวงจรปฏิบัติการที่ 3 อยู่ในระดับดีมาก



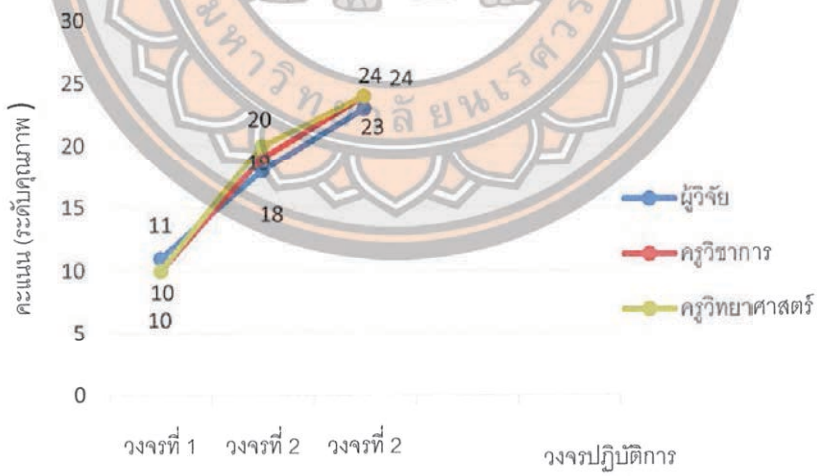
ภาพ 15 แสดงผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนกลุ่มที่ 3

จากภาพ 15 พบว่า ผู้ประเมินทั้ง 3 คน มีความคิดเห็นใกล้เคียงกันโดย นักเรียนในกลุ่มมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างชิ้นงาน มีระดับคุณภาพเพิ่มมากขึ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการ อยู่ในระดับพอใช้ ระดับดี และระดับดีมาก ตามลำดับ



ภาพ 16 แสดงผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนกลุ่มที่ 4

จากภาพ 16 จากการประเมินของผู้ประเมินทั้ง 3 คน พบว่า นักเรียนมีความกล้าในการแสดงความคิดเห็นต่อสถานการณ์และนำความรู้ที่ได้รับจากการศึกษาค้นคว้าและข้อเสนอแนะจากเพื่อน มาออกแบบและปรับปรุงชิ้นงาน การพัฒนามีระดับคุณภาพเพิ่มมากขึ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการ อยู่ในระดับพอใช้ ระดับดีและระดับดีมาก ตามลำดับ



ภาพ 17 แสดงผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของงนักเรียนกลุ่มที่ 5

จากภาพ 17 ผลการประเมิน พบว่า ผู้ประเมินทั้ง 3 คน มีความคิดเห็นใกล้เคียงกันโดยนักเรียนมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม มีระดับคุณภาพเพิ่มมากขึ้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการ อยู่ในระดับพอใช้ ดี ดีมาก ตามลำดับ

บทที่ 5

บทสรุป

การวิจัยเพื่อศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ มีจุดมุ่งหมายของการศึกษา คือ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษาที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 2) เพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษาผู้เข้าร่วมวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนประถมขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดอุตรดิตถ์ จำนวน24 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 3 แผน ดังนี้ 1.1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แรงลัพธ์ 1.2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง แรงเสียดทาน 1.3) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แรงดันอากาศ 2) แบบบันทึกสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และ 3) แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนที่เรียนตามแนวทางสะตีมศึกษา
การดำเนินการวิจัยปฏิบัติการจำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ ได้เตรียมการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน ดำเนินการจัดการเรียนรู้ สังเกตการณ์ สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และวิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยมีรายละเอียด ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการวิจัยเชิงคุณภาพ (Action Research) การวิจัยเป็นวงจรแบบ PAOR แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ การวางแผน (Plan) การลงมือปฏิบัติ (Action) การสังเกต (Observe) และการสะท้อนความคิด (Reflect) จำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ โดยทำการจัดการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 24 คน ผู้วิจัยขอนำเสนอการสรุปและอภิปรายผลการวิจัยแบ่งตามคำถามวิจัยดังนี้

แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ควรมีลักษณะอย่างไร

การจัดการการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้ใน 5สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี ศิลปะและคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) และนวัตกรรม (Innovation) ที่มีกระบวนการการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM มี 4 ขั้นตอน ได้แก่ การนำเสนอสถานการณ์ การออกแบบสร้างสรรค์ การสร้างความจับใจ และการต่อยอด/ปัญหาใหม่

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอสถานการณ์ เป็นขั้นการนำเสนอสภาพปัญหาบริบทเชื่อมโยงกับชีวิตจริง หรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาปัจจุบันที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับผู้เรียน หรือที่เกิดขึ้นบนโลก ซึ่งครูนำเสนอสถานการณ์เรื่อง แรงลัพธ์ แรงเสียดทาน และแรงดันอากาศ ในรูปแบบของภาพ วีดีทัศน์ หรือผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่จะใช้ในการจัดการเรียนรู้จะช่วยให้นักเรียนเกิดความสนใจ และคอยใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความคิดและประสบการณ์เดิม ทำให้ผู้เรียนกล้าแสดงความคิดเห็นต่อสถานการณ์และชิ้นงาน เพื่อนำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์และการสร้างชิ้นงานต่อไป

ขั้นที่ 2 ขั้นออกแบบสร้างสรรค์ เป็นขั้นแก้ปัญหาสถานการณ์ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกคิดอย่างอิสระ ให้ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลทางเทคโนโลยี สารสนเทศ จากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือและนำความรู้ที่ได้จากการสืบค้นมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในกลุ่มในการออกแบบชิ้นงานกระถางทรงพลังตามวัสดุที่กำหนดให้ เพื่อให้รับน้ำหนักได้มากที่สุด รถบรรทุกจอมพลังและรถแข่งแรงดันอากาศให้มีน้ำหนักและวิ่งได้ระยะทางตามเกณฑ์ที่กำหนด ลงในสมุดพร้อมอธิบายถึงชิ้นงานที่ออกแบบมาเบื้องต้น จากนั้นให้นักเรียนเลือกวัสดุที่จะนำมาประดิษฐ์ชิ้นงาน โดยใช้ความรู้ด้านศิลปะในเรื่องเส้น สี รูปร่าง รูปทรง และการสื่อสาร เข้ามาช่วยในการออกแบบชิ้นงาน ลงมือสร้างชิ้นงานที่ออกแบบไว้

ขั้นที่ 3 ขั้นการสร้างความรู้สึกจับใจ เป็นขั้นขยายสิ่งที่ค้นพบ โดยเน้นเจตคติต่อสิ่งที่เรียนรู้ ผ่านการลงมือทำที่ผ่านประสบการณ์ในการค้นหาจากสถานการณ์ที่ได้เรียนรู้ ให้ผู้เรียนนำเสนอชิ้นงานที่ออกแบบ หน้าชั้นเรียนวิจารณ์ผลงานที่ออกแบบ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ โดยครูใช้คำถามในการกระตุ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และให้นักเรียนมีการระดมความคิดกับเพื่อนในกลุ่มในการหาเทคนิควิธีการแก้ไขชิ้นงานได้อย่างเหมาะสม ชิ้นงานมีความสวยงาม ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนางานของตนเอง เพื่อแสดงให้เห็นคุณค่าและการนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงของผลงานที่ผู้เรียนได้ออกแบบสร้างสรรค์จนสำเร็จเกิดความภาคภูมิใจในชิ้นงาน

ขั้นที่ 4 ขั้นต่อยอดปัญหาใหม่ ถ้านำแรงหลาย ๆ แรงมารวมกันจะเกิดแรงใหม่ จะมีทิศทางและลักษณะอย่างไร เป็นขั้นการสร้างแรงบันดาลใจ ในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนต่อยอดสร้างสรรค์ผ่านกระบวนการออกแบบทางศิลปะ โดยมีพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่องแรงและการเคลื่อนที่และให้นักเรียนสรุปความรู้ในรูปแบบInfographic

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา ส่งเสริมคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้หรือไม่ อย่างไร

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีม ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า การจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 1-3 มีการพัฒนาขึ้น แสดงได้จากคะแนนการประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ซึ่งจัดอยู่ในระดับพอใช้ ระดับดี และระดับดีมาก ตามลำดับจากผลการประเมินจะเห็นว่านักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาผ่านทางเทคโนโลยี สารสนเทศ นำความรู้ที่ได้มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในการระดมความคิดในการออกแบบชิ้นงานที่แปลกใหม่ หรือแตกต่างจากของเดิม การนำเสนอผลงานและรับฟังความคิดเห็นการวิจารณ์ของผู้อื่นเพื่อนำมาพัฒนางานของตนเอง แสดงให้เห็นถึงคุณค่าและการนำไปใช้ได้จริงของผลงานที่ผู้เรียนได้ออกแบบสร้างสรรค์

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยนี้ ผู้วิจัยแบ่งการอภิปรายผลเป็น 2 ส่วน คือ 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 2) การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา ส่งเสริมคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1.1 การใช้สถานการณ์ ที่เป็นสถานการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียนและเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียนที่นักเรียนกำลังเรียน ในขั้นนำเสนอสถานการณ์ ช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม โดยในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอสถานการณ์จำนวน 3 สถานการณ์ ได้แก่ กระถางทรงพลัง รถบรรทุกจอมพลังและรถแข่งแรงดันอากาศจากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนได้ดูวีดีทัศน์ และ

สื่อรูปภาพที่เกี่ยวข้องกับแรงและการเคลื่อนที่ ที่เกี่ยวข้องกับแรงในชีวิตประจำวัน ซึ่งพบว่า การใช้สถานการณ์กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ ในเนื้อหาบทเรียนที่กำลังจะเรียน ส่งผลให้นักเรียนเกิดการคิดปัญหานำไปสู่การหาวิธีแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มากขึ้น ครูคอยใช้คำถามสำรวจประสบการณ์เดิมของนักเรียนที่เคยประสบหรือเคยเห็นเกี่ยวกับเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ แล้วให้นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้ความคิดเห็นและแสดงความคิดของตนเองต่อสถานการณ์ เพื่อสร้างชิ้นงานและสื่อสารแนวคิดใหม่ ๆ ที่แตกต่างจากของเดิมหรือแปลกใหม่ให้ผู้อื่นทราบ ซึ่งสอดคล้องกับ สุภาพร ศรศิลป์ (2555) ที่กล่าวว่า การระดมความคิดการสร้างสรรค์ความคิดใหม่ ๆ ที่คุ้มค่าวิเคราะห์และประเมินผลความคิดของตนเอง เพื่อปรับปรุงและสร้างความคิดสร้างสรรค์ของตนอยู่ตลอดเวลา การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ การสื่อสารความคิดใหม่ ๆ ร่วมกัน เปิดกว้างและตอบสนองมุมมองใหม่ ๆ มีการเสนอแนะในการทำงานร่วมกัน แสดงให้เห็นถึงความคิดริเริ่มและสร้างสรรค์ในการทำงานและเข้าใจข้อจำกัดในโลกยุคปัจจุบัน

1.2 การออกแบบสร้างสรรค์ เป็นขั้นเพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกคิดอย่างอิสระในสิ่งที่แปลกใหม่หรือมีการดัดแปลงแตกต่างจากของเดิมผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ โดยครูให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลจากหลายช่องทาง เช่น การสืบค้นจากอินเทอร์เน็ต จากห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ จากโทรศัพท์มือถือ หนังสือและเอกสารความรู้เนื่องจากแหล่งข้อมูลที่นักเรียนใช้ส่วนใหญ่มักมาจากอินเทอร์เน็ต ซึ่งในบางครั้งก็อาจเกิดความผิดพลาดในการค้นหาข้อมูล ข้อมูลที่ได้มานั้นอาจไม่ตรงประเด็นกับข้อมูลที่เรียน ดังนั้นครูผู้สอนจัดเตรียมเอกสารหรือข้อมูลเพิ่มเติม และข้อมูลที่จัดเตรียมมาให้นั้นจะต้องไม่เป็นการชี้นำแนวทางให้กับนักเรียนมากเกินไป โดยเอกสารควรเป็นความรู้ที่มีความเฉพาะเจาะจงกับเรื่องที่กำลังเรียน สืบค้นข้อมูล เก็บรวมรวมข้อมูล และบันทึกสิ่งที่ได้จากการสืบค้นที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ นำข้อมูลที่ได้จากการเรียนรู้ร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของกันและกัน เพื่อนำความรู้ที่ได้มาออกแบบชิ้นงาน ซึ่งสอดคล้องกับ สุนันท์ สังข์อ่อง (2555) กล่าวไว้ว่าความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) กระบวนการความคิดได้มาจากหลาย ๆ วิธีการ เช่น การระดมสมอง สร้างสิ่งใหม่ซึ่งเป็นแนวคิดที่มีคุณค่า แนวคิดสร้างขึ้นจากการทบทวน ขัดเกลา วิเคราะห์และประเมินเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด การนำนวัตกรรมไปใช้ (Implement Innovations)การประยุกต์นำความคิดริเริ่มไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่องานทำให้ผลงานนั้นเป็นนวัตกรรม

1.3 การสร้างความรู้สึกจับใจ การขยายความรู้จากประสบการณ์เดิม สิ่งที่ค้นพบ ผ่านการลงมือทำที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์ที่ได้เรียนรู้ เพื่อนำไปประดิษฐ์ชิ้นงาน นักเรียนได้นำเสนอชิ้นงานที่ออกแบบให้เพื่อนวิจารณ์ผลงานที่ออกแบบ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ เพื่อให้นำไปปรับปรุงหรือ

ประดิษฐ์ชิ้นงาน ให้ผู้ออกแบบได้พัฒนางานของตนเองต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับ สุคนธ์ สินธนาพานนท์ (2555) กล่าวไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking)เป็นความสามารถของบุคคลที่แสดงความคิดหลากหลายทิศทาง หลายแง่มุม โดยนำประสบการณ์ที่ผ่านมาเป็นพื้นฐานทำให้เกิดความคิดใหม่ อันนำไปสู่การประดิษฐ์คิดค้นสิ่งต่าง ๆ ที่แปลกใหม่ อันก่อประโยชน์ให้เกิดประโยชน์ต่อสภาพการดำรงชีวิตของมนุษย์ ทำให้มีความสะดวกสบายต่อการดำรงชีวิต มีคุณภาพที่ดี สังคมมีความเจริญก้าวหน้า

1.4 การต่อยอดปัญหาใหม่ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดอิสระ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ เสนอแนวคิดที่แปลกใหม่จากของเดิม หรือเพิ่มเติมจากของเดิม เพื่อนำไปพัฒนาในรูปแบบที่แตกต่าง เช่น ถ้านำแรงหลาย ๆ แรง มารวมกันจะมีทิศทางและลักษณะอย่างไร ให้นักเรียนออกแบบชิ้นงานที่แสดงถึงแรงลัพธ์ ทิศทางของแรงและการเคลื่อนที่ สร้างสรรค์ชิ้นงานทางศิลปะโดยใช้เส้น สี แสง รูปร่าง รูปทรง ในรูป Mind Mapping Infographic ในการนำเสนอให้น่าสนใจเป็นการสร้างแรงบันดาลใจ ในการเรียนวิทยาศาสตร์ ต่อยอดสร้างสรรค์ผ่านกระบวนการออกแบบทางศิลปะ โดยอาศัยความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ซึ่งสอดคล้องกับ วิโรจน์ สารัตนะ (2556) ได้กล่าวไว้ว่า การคิดอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งประกอบด้วยการใช้เทคนิคการสร้างสรรค์ที่หลากหลาย สร้างความคิดที่ทั้งเป็นความคิดเสริมจากเดิม และความคิดก้าวหน้าใหม่ ๆ รอบคอบกลั่นกรอง วิเคราะห์และประเมินความคิดตนเองเพื่อปรับปรุงและให้เกิดพลังอย่างเต็มที่ และนำนวัตกรรมสู่การปฏิบัติ คือ การนำเอาความคิดที่สร้างสรรค์ไปปฏิบัติให้เกิดผลที่เป็นรูปธรรม มีผลที่เป็นประโยชน์ต่อสิ่งที่จะเกิดจากนวัตกรรมนั้น

2.การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา ส่งเสริมคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

จากการวิจัย พบว่า หลังจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา สามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ พบว่า นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมเพิ่มมากขึ้นจากผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียน และจากชิ้นงานนักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มมากขึ้น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์น้อยที่สุด เนื่องจากนักเรียนยังไม่ค่อยเข้าใจในเรื่องการบูรณาการแต่ละสาระ การใช้อุปกรณ์ในการประดิษฐ์ชิ้นงานยังไม่สร้างสรรค์ ในการทำกิจกรรมของนักเรียนการสืบค้นข้อมูลจากที่ครูเตรียมเอกสารความรู้ให้ทำให้ได้ข้อสรุปและวิธีการในประดิษฐ์ชิ้นงานคล้ายๆ กัน ผู้วิจัยจึงเพิ่มช่องทางในการสืบค้นข้อมูลหลายช่องทาง เพื่อให้นักเรียนได้ความรู้ที่หลากหลาย จากนั้นให้นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ความรู้และ

ประสบการณ์ นักเรียนมีการแสดงความคิดเห็นต่อสถานการณ์ และชิ้นงาน ทำให้นักเรียนมีความกล้าที่จะแสดงความคิดเห็น จึงทำให้เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ที่นำไปสู่ความคิดที่แตกต่าง และแปลกใหม่จากของเดิม

ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมเพิ่มขึ้น นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสนใจ อยากเรียนรู้ จากสื่อและวิดิทัศน์ที่ครูนำมาให้ดู นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเลือกวัสดุที่จะนำมาประดิษฐ์ชิ้นงาน ในการสืบค้นข้อมูล เพิ่มช่องทางในการสืบค้นทำให้นักเรียนได้ข้อมูลที่หลากหลายในการนำมาแก้ปัญหา และการออกแบบชิ้นงาน ในการนำเสนอนักเรียนเริ่มมีความกล้าพูดมากขึ้น และมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในการนำเสนอ นักเรียนแต่ละกลุ่มได้นำเสนอผลงานแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนๆ นักเรียนเริ่มกล้าเสนอข้อคิดเห็นและให้เหตุผล นักเรียนยอมรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนและนำมาพัฒนาชิ้นงานของตนเอง จนสำเร็จตามแบบที่ออกแบบไว้ มีการทดสอบและปรับปรุงชิ้นงานจนสำเร็จ แต่ก็มีปัญหาที่พบ คือ การรับผิดชอบงานในกลุ่มบางคนไม่ช่วยเพื่อนพัฒนาชิ้นงาน ผู้ประเมินก็มีแนวความคิดไปในทางเดียวกันจากการประเมิน นักเรียนสรุปความรู้เรื่อง แรงเสียดทาน โดยออกแบบทางศิลปะในรูป Infographic ที่สร้างสรรค์แตกต่างกัน

ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งจัดอยู่ในระดับดีมาก เนื่องจากนักเรียนมีความเข้าใจในการทำกิจกรรม นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสนใจและอยากเรียนรู้ และมีความกระตือรือร้นในการเลือกวัสดุที่จะนำมาประดิษฐ์ รถแข่งแรงดันอากาศ นักเรียนออกแบบและอธิบายเกี่ยวการเคลื่อนที่ของรถโดยใช้พลังงานลมได้ นักเรียนแต่ละกลุ่มได้นำเสนอผลงานแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนๆ นักเรียนเสนอข้อคิดเห็นและให้เหตุผล มีการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบในการทำงานทำให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการทำงาน และนักเรียนยอมรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนในการระดมความคิดของแต่ละคน และเลือกแนวทางที่ดีที่สุด อักทั้งนักเรียนยอมรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนในกลุ่มทำให้เกิดความสร้างสรรค์และนวัตกรรมเพิ่มมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้และการวิจัยต่อไป

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 ควรให้นักเรียนเข้าใจในการทำงานกลุ่ม อธิบายหน้าที่ในการทำงาน เพื่อให้นักเรียนทราบถึงการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบในกลุ่ม และเป็นการช่วยลดปัญหาการโต้เถียงในการทำงานและยอมรับความคิดเห็นของส่วนรวม

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา ในขั้นการออกแบบสร้างสรรค์เพื่อสร้างชิ้นงาน เป็นขั้นที่นักเรียนยังไม่มีความมั่นใจในสิ่งที่ตนเองคิด การปฏิบัติกิจกรรมในการเลือกวัสดุ อุปกรณ์ในการสร้างชิ้นงาน ให้นักเรียนในกลุ่มระดมความคิดในการเลือกวัสดุที่ครูกำหนดให้นำมาออกแบบกระถางทรงพลัง รถบรรทุกจอมพลัง และรถแข่งแรงดันอากาศ โดยนำวัสดุที่ออกแบบมาประดิษฐ์ชิ้นงานให้สัมพันธ์กับแบบที่ออกแบบไว้

1.3 ในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ครูผู้สอนจะต้องทำหน้าที่แนะนำหรือชี้นำ เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนได้กล้าแสดงออก กล้าคิด และใช้จิตนาการของนักเรียนได้อย่างเต็มศักยภาพและสร้างสรรค์มากที่สุด

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัย

ควรมีการวิจัยเพื่อศึกษาผลที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษาที่มีตัวแปรอื่น ๆ เช่น การทำงานร่วมกันเป็นทีม กระบวนการแก้ปัญหาเมื่อการเรียนผ่านสะตีม

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

จำรีพร ผลมูล. (2558). **การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**: กรณีศึกษาชุมชนวังตะกอ จังหวัดชุมพร (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, กรุงเทพฯ.

ชนัฏดา ภูโปร่ง และคณะ. (2559). **การจัดการเรียนรู้แบบสตีมศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์.** ครุศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ณัชชากัญญ์ วิรัตนชัยวรรณ. (2554).**นวัตกรรมเทคโนโลยีและสารสนเทศทางการศึกษา.** สืบค้นจาก http://www.learners.in.th/blogs/posts/386486

ภัสสร ติดมา และคณะ.(2558). **การจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education เรื่อง ระบบของร่างกายมนุษย์ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.** วารสารราชพฤกษ์.

มีนกาญจน์ แจ่มพงษ์.(2559). **การพัฒนาชุดฝึกทักษะแบบสตีมศึกษาเพื่อการสร้างสรรค์ชิ้นงาน เรื่อง พลังงานรอบตัวเรา.** วิทยานิพนธ์การศึกษาปริญญาศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

มารุต พัฒผล. (2558). **องค์ประกอบของทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม.**ศูนย์ผู้นำนวัตกรรมหลักสูตรและการสอน.

โรงเรียนบ้านนาแซง. (2560). **หลักสูตรสถานศึกษา ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560).**

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2555). **ครูวิทยาศาสตร์มืออาชีพแนวทางสู่การเรียนการสอนที่มีประสิทธิผล.** กรุงเทพฯ : อินเตอร์เอ็ดดูเคชั่นพลายส์.

สถาบันวิจัยการเรียนรู้.(2558).**ลักษณะของห้องเรียนในศตวรรษที่ 21 สาระน่ารู้.** สืบค้นจาก http://www.lri.co.th/knowledge_detail.php? knowledge_id=281

สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). **การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์: ทิศทางสำหรับครูในศตวรรษที่ 21.** จังหวัดเพชรบูรณ์: จุลดิสการพิมพ์

สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558). **สะเต็มศึกษา (ตอนที่ 2): การบูรณาการสะเต็มศึกษาสู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน** STEM Education (Part II): How to Integrate STEM Education inClassroom Teaching.วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร,

วศิณีส์ อิศรเสนา ณ อยุธยา. (2559). **เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับ STEM Education (สะเต็มศึกษา)** (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิโรจน์ สารรัตนะ. (2556). **กระบวนทัศน์ใหม่ทางการศึกษากรณีทัศนะต่อการศึกษาศตวรรษที่ 21.** กรุงเทพฯ : หจก.ทิพยวิสุทธิ์.

วิสูตร โพธิ์เงิน. (2560). **STEAM ศิลปะเพื่อสะเต็มศึกษา: การพัฒนาการรับรู้ความสามารถและแรงบันดาลใจให้เด็ก.** วารสารครุศาสตร์.

สถาพร พฤฑฒิกุล. (2555). **"คุณภาพผู้เรียนเกิดจากกระบวนการเรียนรู้".** วารสารการบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา.

สุนันท์ สังข์อ่อง. (2555).**สื่อการสอนและนวัตกรรมทางการศึกษา.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

สุนีย์ คล้ายนิล. (2555).**การศึกษาวิทยาศาสตร์ ไทย : การพัฒนาและภาวะถดถอย.** สมุทรปราการ: แอดวานส์ พริ้นติ้งเซอร์วิซจำกัด.

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ. (2555). **นวัตกรรมการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิคพริ้นติ้ง.

สุภาพร ศรศิลป์. (2555).**ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม.** (ออนไลน์). สืบค้นจาก http://www.gotoknow.com/varticle/500182

Baek, H. Schwarz, C. Chen, J. Hokayem, H. & Zhan, L. (2001). Engaging elementary Student in scientific modeling :**The MoDelS Fifth-Grade Approach and Findings. Models and Modeling in Science Education,** 6 (1), 195-218

Yakman, G. G. 2008. **STEAM Education: An overview of creating a model of integrative.** Retrievedfromhttp//www.iteaconnect.org/Conference/PATT/PATT/Yakmanfinal19.pdf.

Schachter,R. (2012). **"A classroom of Engineering : Teaching STEM in The Younger Grede"**ScolesticInstructor.Spring 42-47.

Torrence, E. P. (1962). **Guiding Creative Talent.** Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.

University of fiorida. (2014).**STEM vs STEAM Infographic.**Retrieved from:

http://www.americansforthearts.org/by-program/reports-and-data/legislation-policy/naappd/stem-vs-steam-infographic

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา

แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา

รายวิชา ว 15101 วิทยาศาสตร์ **ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5**

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง แรงลัพธ์ แรงเสียดทาน แรงดันอากาศ **จำนวน 12 คาบ**

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง แรงเสียดทาน **จำนวน 4 ชั่วโมง**

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ผลการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วงและแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้อง และมีคุณธรรม

ตัวชี้วัด ป.5/1 ทดลองและอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงซึ่งอยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหารู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

การงานอาชีพและเทคโนโลยี

มาตรฐาน ง 2.1 เข้าใจเทคโนโลยีและกระบวนการเทคโนโลยี ออกแบบและสร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการ ตามกระบวนการเทคโนโลยีอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ เลือกใช้เทคโนโลยีในทางสร้างสรรค์ต่อชีวิต สังคม สิ่งแวดล้อม และมีส่วนร่วมในการจัดการเทคโนโลยีที่ยั่งยืน

ตัวชี้วัด ป 5/2 สร้างสิ่งของเครื่องใช้ตามความสนใจอย่างปลอดภัย โดยกำหนดปัญหาหรือความต้องการ รวบรวมข้อมูล เลือกวิธีการออกแบบโดยถ่ายทอดความคิดเป็นภาพร่าง 3 มิติ

คณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

ตัวชี้วัด ป 5/1 บอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัด ปริมาตรหรือความจุ

ตัวชี้วัด ป 5/2 หาความยาวรอบรูป ของรูปสี่เหลี่ยม รูปสามเหลี่ยม

ศิลปะ

มาตรฐาน ศ 1.1 สร้างสรรค์งานทัศนศิลป์ตามจินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ วิเคราะห์ วิพากษ์วิจารณ์คุณค่างานทัศนศิลป์ ถ่ายทอดความรู้สึก ความคิดต่องานศิลปะอย่างอิสระ ชื่นชม และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

ประโยชน์ของแรงเสียดทาน

แรงเสียดทานจะทำให้สิ้นเปลืองพลังงานมากในการทำให้วัตถุเคลื่อนที่ แต่ในบางกรณีแรงเสียดทานก็มีประโยชน์ต่อการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ เช่น

1. ขณะที่รถแล่น จะต้องมีแรงเสียดทานระหว่างล้อกับถนน เพื่อทำให้รถเคลื่อนที่ไปได้ตามทิศทางที่ต้องการยางรถยนต์จำเป็นต้องมีดอกยางเป็นลวดลาย เพื่อเพิ่มแรงเสียดทานระหว่างล้อกับถนน

2. ขณะหยุดรถหรือเบรกให้รถหยุดหรือแล่นช้าลง จะต้องเกิดแรงเสียดทาน เพื่อทำให้ล้อหยุดหมุนหรือหมุนช้าลง

3. การเดิน การวิ่ง ต้องการแรงเสียดทานมาช่วยในการเคลื่อนที่ ดังนั้น จึงควรใส่รองเท้าพื้นยาง ไม่ควรใส่รองเท้าพื้นไม้ เพราะรองเท้าพื้นยางให้แรงเสียดทานกับพื้นทางเดินได้มากกว่าพื้นรองเท้าที่เป็นไม้ ทำให้เดินได้ง่ายกว่าและเร็วกว่าโดยไม่ลื่นไถล นอกจากนี้พื้นรองเท้าต้องมีลวดลาย เพื่อเพิ่มแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัส

ประโยชน์ของการลดแรงเสียดทาน

ช่วยลดการใช้แรง ลดการสิ้นเปลืองพลังงานและลดการทำให้เกิดการสึกหรอที่ผิวสัมผัสของวัตถุได้ สามารถปฏิบัติได้ ดังนี้

1. ใช้ล้อ หรือ ตลับลูกปืน
2. เลือกใช้ผิวสัมผัสที่ลื่น หรือขรุขระน้อย
3. ใช้น้ำมันหล่อลื่น โดยน้ำมันหล่อลื่นจะทำให้เกิดแผ่นฟิล์มบาง ๆ ระหว่างผิวหน้าสัมผัส

ประโยชน์ของการเพิ่มแรงเสียดทาน

1. การใช้ยางที่มีดอกยาง ทำให้รถสามารถเบรคได้รวดเร็วขึ้น ตรงกันข้ามกับ รถแข่งจะใช้ยางที่มีดอกยางน้อย ทำให้รถสามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยความรวดเร็ว

2. รองเท้าที่มีดอกยางทำให้นักวิ่งสามารถวิ่งได้รวดเร็วยิ่งขึ้นรองเท้าของนักสเก็ตน้ำแข็งที่มีรอยหยักเพื่อทำให้สามารถหยุดและเปลี่ยนท่าได้ง่าย

3. การใช้ ผงแมกนีเซียมคาร์บอเนต ($MgCO_3$) เป็นแร่ธาตุที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เพิ่มแรงเสียดทานของนักกีฬายิมนาสติก ยกน้ำหนัก และปีนเขา เป็นต้น

4. การถีบขา หรือการโบกมือในน้ำเป็นการเพิ่มแรงเสียดทานหรือแรงต้านเพื่อให้เราสามารถลอยตัวเหนือน้ำได้

4.กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 การนำเสนอสถานการณ์ (Presentation Situation) (30 นาที)

1. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน
2. ครูให้นักเรียนชม วีดีทัศน์การแข่งรถ และการออกแบบรถแข่งให้สามารถวิ่งได้เร็ว
3. นักเรียนอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบรถแข่ง โดยใช้คำถามดังนี้

   - นักเรียนคิดว่าล้อรถแข่งมีลักษณะอย่างไร จึงทำให้สามารถวิ่งได้เร็ว

   (ล้อรถแข็งจะมีดอกยางน้อย เพื่อลดแรงเสียดทานทำให้รถวิ่งได้เร็วขึ้น)

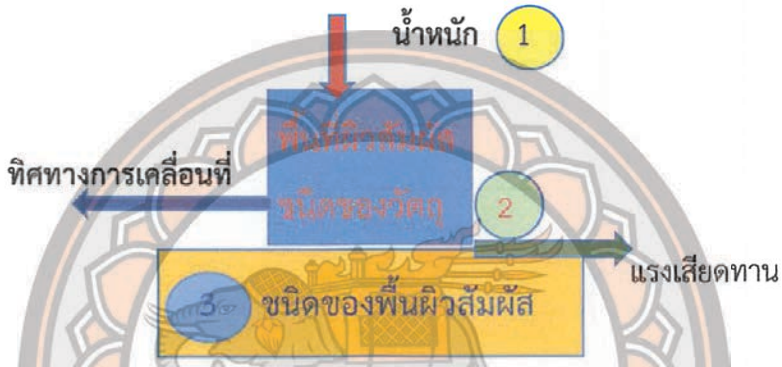
เนื้อหา

แรงเสียดทานกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ

แรงเสียดทาน (friction)

แรงเสียดทาน คือ แรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุซึ่งเกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ และมีทิศตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ

แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นที่ผิวสัมผัสของวัตถุต่าง ๆ ซึ่งต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงชนิดนี้เป็นแรงที่ขึ้นกับผิวสัมผัสของวัตถุ ปัจจัยที่ทำแรงเสียกทานเกิดมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ น้ำหนักของวัตถุ$_1$ พื้นผิวสัมผัสชนิดของวัตถุ$_2$ และชนิดของผิวสัมผัสที่วัตถุสัมผัส$_3$



ถ้าเปลี่ยนผิวสัมผัสของวัตถุจะทำให้แรงเสียดทานที่เกิดขึ้น เปลี่ยนแปลงไปด้วย เช่น แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่าง ยาง กับพื้นไม้เรียบ จะแตกต่างจากแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่าง ยางกับพื้นทราย พื้นผิวที่มีความขรุขระมากจะมีแรงเสียดทานมากนั้นเอง

ผลของแรงเสียดทาน

แรงเสียดทานทำให้เกิดประโยชน์และโทษ ต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์มากมาย เช่น การเดินหรือวิ่ง แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นที่เท้า หรือพื้นรองเท้า กับพื้นถนนทำให้มนุษย์สามารถเคลื่อนที่ได้ โดยไม่ลื่นล้ม แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นที่ผิวยางของล้อรถกับพื้นถนนทำให้รถสามารถเคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้ และยังช่วยหยุดรถได้ง่ายขึ้น บางครั้งแรงเสียดทานก็ทำให้เกิดอันตรายและเป็นโทษต่อมนุษย์ เช่น แรงเสียดทานก่อให้เกิดความร้อน ซึ่งอาจเป็นสามารถที่ทำให้เกิดไฟไหม้ขึ้นได้ หรือในกรณีที่ลมในยางรถยนต์ มีปริมาณน้อยเกินไป จะทำให้เกิดแรงเสียดทานระหว่างล้อรถกับถนนมากขึ้น ซึ่งจะสิ้นเปลืองพลังงาน

ประเภทของแรงเสียดทาน

จำแนกประเภทของแรงเสียดทานตามลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุได้ 2 ประเภท คือ

1. แรงเสียดทานสถิต (Static Friction) คือ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุยังไม่เคลื่อนที่ (อยู่นิ่ง) จนกระทั่งวัตถุเริ่มเคลื่อนที่ เช่น ออกแรงผลักรถแล้วรถยังอยู่นิ่ง เป็นต้น แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นนี้จะเท่ากับแรงที่มากระทำและมีค่าสูงสุดเมื่อวัตถุเริ่มจะเคลื่อนที่

2. แรงเสียดทานจลน์ (Kinetic Friction) คือ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว เช่น การกลิ้งของวัตถุ การลื่นไถลของวัตถุและการไหลของวัตถุ เป็นต้น

ตัวชี้วัด ป 5/2 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างงานทัศนศิลป์ที่สร้างสรรค์ด้วยวัสดุอุปกรณ์ และวิธีการที่ต่างกัน

ตัวชี้วัด ป 5/3 วาดภาพ โดยใช้เทคนิคของแสง เงา น้ำหนัก และวรรณสี

ตัวชี้วัด ป5/6 ระบุปัญหาในการจัดองค์ประกอบและการสื่อความหมายในงานทัศนศิลป์ของตนเองและบอกวิธีการปรับปรุงงานให้ดีขึ้น

ผลการเรียนรู้

สืบค้น สำรวจ ตรวจสอบ ทำการทดลอง และอภิปราย เกี่ยวกับแรงเสียดทาน

2.จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนอธิบายผลที่เกิดจากแรงเสียดทานและเสนอวิธีการป้องกันความเสียหายจากผลนั้นได้
2. นักเรียนออกแบบและสร้างรถ 4 ล้อ เพื่อลดแรงเสียดทานได้
3. นักเรียนนำเสนอสิ่งที่เรียนรู้เกี่ยวกับการสร้างรถเพื่อลดแรงเสียดทานได้
4. นักเรียนยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

3.สาระการเรียนรู้แกนกลาง

แรงเสียดทานเป็นแรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ เพื่อต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้น โดยถ้าออกแรงกระทำต่อวัตถุที่อยู่นิ่งบนพื้นผิวหนึ่งให้เคลื่อนที่ แรงเสียดทานจากพื้นผิวนั้นก็จะต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ แต่ถ้าวัตถุกำลังเคลื่อนที่แรงเสียดทานก็จะทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่ช้าลงหรือหยุดนิ่ง

วิทยาศาสตร์ (S)	เทคโนโลยี (T)	วิศวกรรมศาสตร์ (E)	ศิลปะ(A)	คณิตศาสตร์ (M)
- แรงเสียดทานของพื้นผิวแต่ละชนิด การลดและการเพิ่มแรงเสียดทาน -ประโยชน์ของแรงเสียดทาน	-การใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ -การใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูลแรงเสียดทาน	-กระบวนการสร้างและออกแบบรถกระบะต้านแรงเสียดทาน	-อธิบายความรู้สึกที่มีต่องานตนและเพื่อน -อธิบายรูปร่างรูปทรง สิ่งที่ประดิษฐ์ -อธิบายวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ทำสิ่งประดิษฐ์	-การคำนวณขนาดของวัสดุ ระยะทาง -การใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอข้อมูล

- นักเรียนคิดว่าการที่จะทำให้รถแข่งสามารถวิ่งได้เร็ว จะทำอย่างไร

(การใช้ล้อทรงกลม ที่มีดอกยางน้อยและการเติมลมยางรถยนต์ที่พอดี ทำให้ผิวสัมผัสล้อรถยนต์กับพื้นถนนมีน้อยเป็นการลดแรงเสียดทานทำให้รถยนต์วิ่งได้รวดเร็วขึ้น การใช้สารหล่อลื่นช่วยลดแรงเสียดทานในเครื่องยนต์ทำให้เครื่องยนต์ทำงานได้ดี)

4. ครูนำเสนอสถานการณ์ ในชนบทมีถนนที่ทุรกันดาร และชาวบ้านขับรถยนต์ขนพืชสวนออกจากไร่เพื่อไปส่งโรงงาน รถยนต์บรรทุกของหนักและถนนทุรกันดาร ทำให้เคลื่อนที่ได้ช้า จากความรู้ที่เรียนมาถนนแบบนั้นน่าจะมีแรงเสียดทานมาก ครูจึงให้นักเรียนคิดหาวิธีการลดแรงเสียดทาน โดยการประดิษฐ์รถของเล่น ที่สามารถเคลื่อนที่ผ่านอุปสรรค และแรงเสียดทานของผิวถนนที่แตกต่างกัน

5.ให้นักเรียนเลือกวัสดุที่จะใช้ในการคิดออกแบบรถยนต์ (กระดาษลูกฟูก, กระดาษลัง, ขวดพลาสติก , กระป๋องน้ำอัดลม, ไม้เสียบลูกชิ้น, ฝาขวดน้ำอัดลม, ฝาขวดชาเขียว, แผ่นพลาสติก)

6.ให้นักเรียนได้เรียนรู้เรื่องหลักการออกแบบ (Engineer) และทวนความรู้เรื่องรูปร่าง รูปทรง และเทคนิคการสร้างสรรค์ผลงานศิลปะ (Mathematic and Arts)

ขั้นที่ 2 การออกแบบสร้างสรรค์ (Creative Design) (90 นาที)

1. ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าข้อมูลแรงเสียดทาน อย่างละเอียดผ่านการสืบค้นทางเทคโนโลยีสารสนเทศนำมาสรุปเป็นข้อมูลสำคัญ (Technology)

2.นักเรียนออกแบบรถยนต์ รถต้องมีน้ำหนักไม่น้อยกว่า 250 กรัม โดยจะต้องเคลื่อนที่ผ่านผิวถนนได้ไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร ในแต่ละพื้นที่ พร้อมคำอธิบายถึงรถที่ออกแบบมาเบื้องต้น เพื่อนำมาให้ครูผู้สอนได้พิจารณาและให้ข้อคิดในการพัฒนาการออกแบบรถต่อไป (Engineer Mathematic and Arts)

3.ลงมือสร้างสรรค์รถที่ออกแบบไว้ พร้อมเขียนอธิบายให้ข้อมูลที่สำคัญตามหัวข้อที่กำหนด

ขั้นที่ 3 การสร้างความจับใจ (Emotional Touch) (110 นาที)

1.ให้นักเรียนนำเสนองานที่ออกแบบไว้หน้าชั้นเรียน ร่วมกันอภิปรายผลงานที่ออกแบบ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ เพื่อให้ผู้ออกแบบได้พัฒนางานของตนเองต่อไป (หลักการออกแบบผลงานศิลปะ) (Science Arts and Mathematic)

2.นำรถที่นักเรียนออกแบบไว้ มาทดสอบประสิทธิภาพรถในสนามประลอง สังเกตผลที่เกิดขึ้น สามารถปรับแต่งแก้ไขรถได้ตามความเหมาะสม (Arts and Mathematic)

3. ประลองรถแข่งของแต่ละกลุ่ม เพื่อหาว่ากลุ่มได้เคลื่อนที่ได้ไกลที่สุดโดยการวัดระยะทาง บันทึกผลการทำกิจกรรมด้วยการถ่ายภาพหรือวิดีทัศน์ (Arts and Mathematic)

ขั้นที่ 4 การต่อยอด/ปัญหาใหม่ (Improvement/New Problem) (10 นาที)

นักเรียนออกแบบสรุปความรู้เรื่องแรงเสียดทานกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยใช้ภาพและข้อความอธิบายภาพ ในรูปแบบ Infographic

(เป็นการสร้างแรงบันดาลใจในการเรียน วิทยาศาสตร์ ต่อยอดสร้างสรรค์ผ่านกระบวนการออกแบบทางศิลปะ โดยมีพื้นฐานความรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่)

5. ชิ้นงาน

1.แผนภาพการออกแบบรถ

2.ชิ้นงานรถของเล่น

3. Infographic

6.สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1.วิดิทัศน์เรื่องแรงเสียดทาน

2.หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ของ สสวท ป.5

3.วัตถุ อุปกรณ์ที่นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้ในการผลิตชิ้นงาน

4.หนังสืออ่านเพิ่มเติมและข้อมูลออนไลน์จากอินเตอร์เน็ต

7.การวัดและประเมินผล

ด้าน	วิธีการ	เครื่องมือ
ความรู้ (K)	1.ตรวจแผนภาพ Infographic 2.ประเมินชิ้นงาน รถของเล่น	แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมตามแนวทางสะตีมศึกษา
ทักษะ (P)	1.การวัดความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมตามแนวทางสะตีมศึกษา 2.การปฏิบัติกิจกรรม 3.การนำเสนอข้อมูลและการอภิปราย	แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมตามแนวทางสะตีมศึกษา
คุณลักษณะ (A)	การสังเกตพฤติกรรม การสังเกตคุณลักษณะ 1.ตรงต่อเวลา 2.มีคุณธรรม จริยธรรม 3.ใฝ่เรียนรู้ 4.มีความรับผิดชอบ 5.ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	บันทึกหลังแผน

8. บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหาหรืออุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ครูผู้สอน

(.....)

...../...../.....

มหาวิทยาลัยนเรศวร

ภาคผนวก ข ตัวอย่างแบบบันทึกการสะท้อนผลตามแนวทางสะตีมศึกษา

บันทึกการสะท้อนผล
ตามแนวทางสะตีมศึกษา (STEAM Education)
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แรงดันอากาศ

คำชี้แจง

ให้ผู้สะท้อนผลทำการบันทึกถึง ปัญหา ความคิดเห็น ข้อเสนอแนะ เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา (STEAM Education) เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

รูปแบบการจัดการเรียนรู้

1. การจัดการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา (STEAM Education) เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (4 ขั้น)

1.1 ขั้นที่ 1 นำเสนอสถานการณ์

- การจัดการเรียนรู้ เป็นไปตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา (STEAM Education) หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

- จุดเด่นของการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

- ปัญหา/อุปสรรคของการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

• ข้อเสนอแนะในการแก้ไขปัญหา

.....

.....

.....

• สิ่งที่ควรปรับปรุงในการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

.....

.....

.....

.....

1.2 ขั้นที่ 2 การออกแบบสร้างสรรค์

• การจัดการเรียนรู้ เป็นไปตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยตามแนวทางสะตีมศึกษา (STEAM Education) หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

• จุดเด่นของการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

• ปัญหา/อุปสรรคของการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

• ข้อเสนอแนะในการแก้ไขปัญหา

.....

.....

.....

• สิ่งที่ควรปรับปรุงในการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

.....

.....

.....

.....

1.3 ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างความจับใจ

• การจัดการเรียนรู้เป็นไปตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา (STEAM Education) หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

• จุดเด่นของการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

• ปัญหา/อุปสรรคของการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

• ข้อเสนอแนะในการแก้ไขปัญหา

.....

.....

.....

• สิ่งที่ควรปรับปรุงในการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

.....

.....

.....

.....

1.4 ขั้นที่ 4 ขั้นต่อยอด/ปัญหาใหม่

- การจัดการเรียนรู้เป็นไปตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะตีมศึกษา (STEAM Education) หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

- จุดเด่นของการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

- ปัญหา/อุปสรรคของการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

- ข้อเสนอแนะในการแก้ไขปัญหา

.....

.....

.....

- สิ่งที่ควรปรับปรุงในการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

.....

.....

.....

.....

1.5 อื่น ๆ (ถ้ามี)

.....

.....

.....

.....

.....

ครูผู้สอน

1. การจัดการเรียนรู้เป็นไปตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่วางไว้หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. สิ่งที่ต้องปรับปรุงสำหรับตัวครูผู้สอนเพื่อให้การจัดการเรียนรู้บรรลุตามวัตถุประสงค์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. อื่น ๆ (ถ้ามี)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สะท้อนผล

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

ภาคผนวก ค ตัวอย่างแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนที่เรียนตามแนวทางสะตีมศึกษา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนที่เรียนตามแนวทางสะตีมศึกษา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ที่พัฒนาขึ้น

คำชี้แจง

แบบประเมินนี้ เป็นแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนที่เรียนตามแนวทางสะตีมศึกษา เรื่อง แรงและ การเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม โดยครูผู้สอนเลือกข้อการประเมินที่ตรงกับพฤติกรรมหรือการปฏิบัติของนักเรียนมากที่สุด ซึ่งแบบประเมินชุดนี้จะเป็นการประเมินพฤติกรรม โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบปรนัย ใช้ตารางวัดพฤติกรรม ที่เรียกว่า รูบริคส์ (Rubric Score) มีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ระดับ 3	หมายถึง	ทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมอยู่ในระดับมาก
ระดับ 2	หมายถึง	ทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมอยู่ในระดับปานกลาง
ระดับ 1	หมายถึง	ทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมอยู่ในระดับน้อย
ระดับ 0	หมายถึง	ทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมอยู่ในระดับปรับปรุง

แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนที่เรียนตามแนวทางสะตีมศึกษา
เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

ที่	รายการประเมิน	ระดับพฤติกรรม				บันทึกพฤติกรรมเพิ่มเติม
		3	2	1	0	
1.	ด้านความคิดสร้างสรรค์ (Creativity)					
	1.1 คิดริเริ่มในสิ่งที่เป็นประโยชน์					
	1.2 ใช้เทคนิควิธีการคิดอย่างหลากหลาย					
	1.3 ประเมินและปรับปรุงความคิดของตนเองเพื่อนำไปสู่การสร้างสรรค์					
	1.4 ทำงานร่วมกับบุคคลอื่นด้วยความร่วมมือร่วมใจ					
	1.5 แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับบุคคลอื่นเพื่อความสำเร็จของงาน					

ที่	รายการประเมิน	ระดับพฤติกรรม				บันทึกพฤติกรรมเพิ่มเติม
		3	2	1	0	
2. ด้านนวัตกรรม (Innovation)						
	2.1 วางแผนดำเนินการพัฒนานวัตกรรมที่สืบเนื่องมาจากความคิดสร้างสรรค์					
	2.2 ดำเนินการพัฒนานวัตกรรม ตามแผนที่กำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพ					
	2.3 ประเมินคุณภาพของนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นโดยใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์					
	2.4 ปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องของนวัตกรรมให้ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง					
คะแนนรวม ความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรมนวัตกรรม						
สรุป						

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

การแปลผลระดับคุณภาพของความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

คะแนนรวม	21 -27 คะแนน	หมายถึง	มีความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมอยู่ในระดับ ดีมาก
คะแนนรวม	16 -20 คะแนน	หมายถึง	มีความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมอยู่ในระดับ ดี
คะแนนรวม	11- 15 คะแนน	หมายถึง	มีความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมอยู่ในระดับ ปานกลาง
คะแนนรวม	6 - 10 คะแนน	หมายถึง	มีความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมอยู่ในระดับ พอใช้
คะแนนรวม	0 – 5 คะแนน	หมายถึง	มีความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมอยู่ในระดับ น้อย

เกณฑ์การให้คะแนน
แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนที่เรียนตามแนวทางสะตีมศึกษา
เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

พฤติกรรมการทำงาน	ระดับพฤติกรรม			
	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1	ระดับ 0
1. ด้านความคิดสร้างสรรค์ (Creativity)				
1.1 คิดริเริ่มในสิ่งที่เป็นประโยชน์	คิดริเริ่มสร้างสรรค์สิ่งที่เป็นประโยชน์รอบด้านทั้งต่อตนเอง ผู้อื่น สิ่งแวดล้อม สังคม ชาติ	คิดริเริ่มในสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่น	คิดริเริ่มในสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อตนเอง	ไม่มีความคิดสร้างสรรค์สิ่งที่ประโยชน์
1.2 ใช้เทคนิควิธีการคิดอย่างหลากหลาย	มีเทคนิควิธีการคิดอย่างหลากหลายมีความคิดที่แปลกใหม่แตกต่าง นอกกรอบ	มีเทคนิควิธีการคิด ที่คิดขึ้นเองแต่ยังไม่ค่อยแปลกใหม่	มีเทคนิควิธีการคิดที่คิดขึ้นมาเองบ้าง และนำของผู้อื่นมาดัดแปลงบ้าง	ไม่มีเทคนิควิธีการคิดที่แปลกใหม่ นำความคิดของผู้อื่นมาเป็นของตนเอง
1.3 ประเมินและปรับปรุงความคิดของตนเองเพื่อนำไปสู่การสร้างสรรค์	ประเมินและปรับปรุงความคิดของตนเองทุกครั้ง	ประเมินและปรับปรุงความคิดของตนเองเกือบทุกครั้ง	ประเมินและปรับปรุงความคิดของตนเองบางครั้ง	ไม่เคยประเมินและปรับปรุงความคิดของตนเอง

พฤติกรรมการทำงาน	ระดับพฤติกรรม			
	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1	ระดับ 0
1. ด้านความคิดสร้างสรรค์ (Creativity)				
1.4 ทำงานร่วมกับบุคคลอื่นด้วยความร่วมมือร่วมใจ	ทำงานร่วมกับคนอื่นด้วยความร่วมมือร่วมใจ รับฟังความคิดเห็น แบ่งปันและสนับสนุนการทำงานร่วมกับผู้อื่น	ทำงานร่วมกับคนอื่นด้วยความร่วมมือร่วมใจเกือบทุกครั้ง รับฟังความคิดเห็น แบ่งปันและสนับสนุนการทำงานร่วมกับผู้อื่นเกือบทุก	ทำงานร่วมกับคนอื่นด้วยความร่วมมือร่วมใจบางครั้งไม่ค่อยรับฟังความคิดเห็นผู้อื่นไม่ค่อยแบ่งปันและสนับสนุนการทำงานร่วมกับผู้อื่น	ไม่มีความร่วมมือร่วมใจในการทำงานไม่เคยรับฟังความคิดเห็น ไม่แบ่งปันไม่เคยสนับสนุนการทำงานร่วมกับผู้อื่น
1.5 แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับบุคคลอื่นเพื่อความสำเร็จของงาน	มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับบุคคลอื่นทุกครั้งในการทำงาน	มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับบุคคลอื่นเกือบทุกครั้งในการทำงาน	มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับบุคคลอื่นบางครั้งในการทำงาน	ไม่เคยแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับบุคคลอื่นในการทำงาน
2. ด้านนวัตกรรม (Innovation)				
2.1 วางแผนดำเนินการพัฒนานวัตกรรมที่สืบเนื่องมาจากความคิดสร้างสรรค์	วางแผนดำเนินการพัฒนานวัตกรรมที่สืบเนื่องมาจากความคิดสร้างสรรค์ทุกครั้ง	วางแผนดำเนินการพัฒนานวัตกรรมที่สืบเนื่องมาจากความคิดสร้างสรรค์เกือบทุกครั้ง	วางแผนดำเนินการพัฒนานวัตกรรมที่สืบเนื่องมาจากความคิดสร้างสรรค์บางครั้ง	ไม่มีการวางแผนดำเนินการพัฒนานวัตกรรมที่สืบเนื่องมาจากความคิดสร้างสรรค์บางครั้ง

พฤติกรรมการทำงาน	ระดับพฤติกรรม			
	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1	ระดับ 0
2. ด้านนวัตกรรม (Innovation)				
2.2 ดำเนินการพัฒนานวัตกรรมตามแผนที่กำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพ	ดำเนินการพัฒนานวัตกรรม ตามแผนที่กำหนดไว้	ดำเนินการพัฒนานวัตกรรมตามแผนเกือบทุกครั้ง	ดำเนินการพัฒนานวัตกรรมตามแผนบางครั้ง	ไม่มีการวางแผนในการพัฒนานวัตกรรม
2.3 ประเมินคุณภาพของนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นโดยใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์	ประเมินคุณภาพของนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นทุกครั้ง	ประเมินคุณภาพของนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นเกือบทุกครั้ง	ประเมินคุณภาพของนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นบางครั้ง	ไม่เคยประเมินคุณภาพของนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้น
2.4 ปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องของนวัตกรรมให้ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง	ปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องของนวัตกรรมให้ดีขึ้นตามคำแนะนำของครูทุกครั้ง	ปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องของนวัตกรรมให้ดีขึ้นตามคำแนะนำของครูเกือบทุกครั้ง	ปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องของนวัตกรรมให้ดีขึ้นตามคำแนะนำของครูในบางครั้ง	ไม่เคยปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องของนวัตกรรมและไม่เคยรับคำปรึกษาจากครู

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – ชื่อสกุล นายพสธร วงค์ชารี

วัน เดือน ปีเกิด 30 เมษายน 2518

ที่อยู่ปัจจุบัน 17 หมู่ 2 ตำบลบ้านฝาย อำเภอน้ำปาด จังหวัดอุตรดิตถ์ 53110

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2541 ค.บ.วิทยาศาสตร์ทั่วไป สถาบันราชภัฏเพชรบูรณ์