



เรื่อง การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบ Engineering Design Process
เรื่อง การออกแบบสิ่งประดิษฐ์ช่วยผู้มีภาวะตาบอดสี

มาสเตอร์ กฤษติชัย ดียิ่ง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประถม
โรงเรียนเซนต์คาเบรียล
ปีการศึกษา 2568

1. บทคัดย่อ (Abstract)

การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ครั้งนี้ มุ่งเน้นการแก้ปัญหาความบกพร่องด้านทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนเมื่อเผชิญสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ 2) ศึกษาพฤติกรรมการทำงานกลุ่มและกระบวนการคิดเชิงวิศวกรรมในการสร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อช่วยเหลือผู้มีภาวะตาบอดสี กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 1 กลุ่ม (นักเรียน 3 คน) ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยคัดเลือกนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน (สูง ปานกลาง อ่อน) เพื่อศึกษาพฤติกรรมการทำงานกลุ่มย่อย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (EDP) บูรณาการสะเต็มศึกษา จำนวน 4 ชั่วโมง 2) แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาเชิงปฏิบัติการแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rubric Score) 4 ระดับ และ 3) แบบบันทึกพฤติกรรมเชิงคุณภาพ (Anecdotal Record) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าร้อยละความก้าวหน้า และการพรรณนาวิเคราะห์ (Descriptive Analysis)

ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 3 คน มีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาหลังการจัดการเรียนรู้เฉลี่ย 17.66 คะแนน (จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน) ซึ่งสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ที่ได้คะแนนเฉลี่ยเพียง 9.33 คะแนน คิดเป็นความก้าวหน้าเฉลี่ยร้อยละ 41.65 2) ในด้านกระบวนการทำงาน นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เรื่ององค์ประกอบของแสง และบูรณาการแนวคิด Empathy Design เข้าสู่ขั้นตอน EDP ทั้ง 6 ขั้นตอน จนสามารถผ่านอุปสรรคจากการล้มเหลวในชิ้นงานต้นแบบแรก (Productive Failure) สู่การสร้างสรรค์นวัตกรรม " ที่มีความแม่นยำในการใช้งานจริง 100% ข้อเสนอแนะจากการวิจัยชี้ให้เห็นว่า การใช้สถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงกับความเห็นอกเห็นใจเพื่อนมนุษย์ เป็นกลไกสำคัญที่ช่วยลดความกดดันและสร้างแรงจูงใจภายใน (Intrinsic Motivation) ให้นักเรียนกล้าเผชิญปัญหามากยิ่งขึ้น

2. บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ทิศทางการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 มุ่งเน้นการเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนสามารถดำรงชีวิตในสังคมที่มีความผันผวนและซับซ้อน ทักษะการแก้ปัญหา (Problem Solving Skill) จึงถูกกำหนดให้เป็นสมรรถนะหลัก (Core Competency) ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน อย่างไรก็ตาม จากบริบทการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเซนต์คาเบรียล พบสภาพปัญหาที่น่ากังวล คือ เมื่อครูมอบหมายโจทย์ปัญหาปลายเปิด (Open-ended Problem) ที่ไม่มีเฉลยตายตัว ในหนังสือเรียน นักเรียนส่วนใหญ่จะมีพฤติกรรม "รอคอยคำตอบจากครู" ไม่กล้าทดลองทำเพราะกลัวความผิดพลาด (Fear of Failure)

โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มนักเรียนเป้าหมายจำนวน 3 คน ซึ่งประกอบด้วย ด.ช.เอ (ผลการเรียนดี แต่มักยึดติดกับทฤษฎี) ด.ช.บี (ผลการเรียนปานกลาง มีทักษะทางศิลปะแต่ขาดความมั่นใจในการนำเสนอ) และ ด.ช.ซี (ผลการเรียนอ่อน สมาธิสั้นแต่ชื่นชอบการลงมือปฏิบัติ) เมื่อทั้งสามคนต้องทำงานร่วมกันในรูปแบบเดิม มักเกิดสภาวะการปล่อยปละละเลย หรือพึ่งพาคนเก่งเพียงคนเดียว ทำให้ทักษะการแก้ปัญหาไม่เกิดการพัฒนาอย่างทั่วถึง

เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงนำนวัตกรรมจัดการเรียนรู้แบบ กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process: EDP) ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของสะเต็มศึกษา (STEM Education) มาประยุกต์ใช้ จุดเด่นของ EDP คือการเปลี่ยน "ความล้มเหลว" ให้เป็น "ข้อมูลสำหรับการพัฒนา" ผ่านขั้นตอนการทดสอบและปรับปรุงแก้ไข (Test and Improve) ผู้วิจัยได้เลือกสถานการณ์ท้าทายเรื่อง "ภาวะตาบอดสี (Color Blindness)" มาเป็นโจทย์หลัก เนื่องจากเป็นความบกพร่องทางสายตาที่พบได้บ่อยแต่สังคมมักมองข้าม การให้นักเรียนได้จำลองตนเองเป็นผู้มีภาวะตาบอดสี จะช่วยกระตุ้นความเห็นอกเห็นใจ (Empathy) และเป็นแรงขับเคลื่อนให้พวกเขาอยากใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาประดิษฐ์เครื่องมือเพื่อช่วยยกระดับคุณภาพชีวิตของผู้คน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อประเมินและเปรียบเทียบทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย (3 คน) ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (EDP)
2. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการทำงานกลุ่มและกระบวนการคิดเชิงวิศวกรรมในการสร้างชิ้นงานต้นแบบ (Prototype) เพื่อช่วยเหลือผู้ที่มีภาวะตาบอดสี

สมมติฐานการวิจัย

นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนการประเมินทักษะการแก้ปัญหาหลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ และสามารถสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ที่ตอบโจทย์การใช้งานได้จริง

ขอบเขตของการวิจัย

- **กลุ่มเป้าหมาย:** นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 โรงเรียนเซนต์คาเบรียล จำนวน 1 กลุ่ม ประกอบด้วยนักเรียน 3 คน (เลือกแบบเจาะจง)
- **ตัวแปรต้น:** การจัดการเรียนรู้แบบกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design Process) จำนวน 6 ขั้นตอน
- **ตัวแปรตาม:** 1) ทักษะการแก้ปัญหา 2) คุณภาพของชิ้นงานสิ่งประดิษฐ์
- **เนื้อหาสาระ:** วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาตรฐาน ว 2.3 (เรื่องแสงและการมองเห็น) บูรณาการกับ มาตรฐาน ว 4.1 (การออกแบบและเทคโนโลยี)
- **ระยะเวลา:** ดำเนินการทดลองในเวลาเรียนปกติ จำนวน 4 คาบเรียน (คาบละ 60 นาที)

นิยามศัพท์เฉพาะ

- **ทักษะการแก้ปัญหา:** พฤติกรรมเชิงประจักษ์ที่นักเรียนแสดงออกเมื่อเผชิญอุปสรรค วัตถุจาก 5 มิติ ได้แก่ การระบุปัญหา, การออกแบบทางเลือก, การลงมือสร้างสรรค์, การทดสอบและปรับปรุง, และการทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ
- **กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (EDP):** แนวทางการคิดและลงมือทำ 6 ขั้นตอนของ สสวท. (Ask, Imagine, Plan, Create, Test & Improve, Share)

- **ภาวะตาบอดสี:** สถานการณ์จำลองที่ผู้เรียนต้องสวมแว่นกรองสี/ใช้แอปพลิเคชันจำลองภาพ เพื่อรับรู้ถึงข้อจำกัดในการแยกแยะสีแดง-เขียว นำไปสู่การออกแบบนวัตกรรมช่วยเหลือ

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาและรวบรวมแนวคิด ทฤษฎี เพื่อใช้เป็นกรอบแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

3.1 ทฤษฎีการสร้างสร้งความรู้ด้วยปัญญา (Constructionism)

Seymour Papert เสนอว่า ผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ดีที่สุดเมื่อพวกเขาได้ลงมือสร้างสิ่งของที่มีความหมายต่อตนเอง (Meaningful Product) การให้นักเรียน 3 คน สร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อคนตาบอดสี จึงไม่ใช่แค่การต่อกาวติดกระดาษ แต่เป็นการใช้กระบวนการทางปัญญา (Cognitive Domain) ผสมกับกระบวนการทางจิตใจ (Affective Domain) ซึ่งทำให้ความรู้ที่ได้ฝังลึกและคงทน

3.2 ทักษะการแก้ปัญหาและแนวคิดของ Polya

George Polya ได้กำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ขั้น คือ 1) ทำความเข้าใจปัญหา 2) วางแผน 3) ดำเนินการ 4) ตรวจสอบ ซึ่งสอดคล้องอย่างยิ่งกับแนวคิดวิศวกรรมศาสตร์ ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเน้นให้ความสำคัญกับขั้นที่ 4 (การตรวจสอบและย้อนกลับไปแก้ไข) ซึ่งเป็นจุดอ่อนที่ใหญ่ที่สุดของเด็กไทย

3.3 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (EDP) ในบริบทสะเต็มศึกษา

อ้างอิงจากกรอบของ สสวท. กระบวนการ EDP ถูกปรับให้อยู่ในรูปแบบที่นักเรียนประมณเข้าใจง่าย:

1. **ระบุปัญหา (Problem Identification):** คนตาบอดสีแยกสีไม้ในกล่องไม้เอก
2. **รวบรวมข้อมูล (Related Information Search):** พวกเขาแยกสีอะไรไมเอกบ้าง? สัมผัสทดแทนการมองเห็นได้หรือไม่?
3. **ออกแบบวิธีการ (Solution Design):** วาดพิมพ์เขียว (Blueprint)
4. **ดำเนินการ (Planning & Development):** เลือกวัสตุ สร้างต้นแบบ

5. ทดสอบและประเมิน (Testing & Evaluation): ลองหลับตาลำดูว่ารู้สีไหม
6. นำเสนอ (Presentation): สะท้อนคิดสิ่งที่ได้เรียนรู้

3.4 ทฤษฎีเขตพัฒนาการที่ใกล้เคียง (Zone of Proximal Development: ZPD)

ทฤษฎีของ Vygotsky สนับสนุนการทำงานเป็นกลุ่มย่อย (Small Group) การจัดกลุ่มความสามารถ 3 คน ทำให้เกิดระบบ Scaffolding หรือการนั่งร้านทางปัญญา เด็กที่เรียนอ่อนจะถูกดึงศักยภาพขึ้นโดยเด็กที่เรียนเก่ง ในขณะเดียวกันเด็กที่เรียนเก่งจะได้ฝึกทักษะความเป็นผู้นำและการสื่อสาร

3.5 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่องภาวะตาบอดสี (Color Vision Deficiency)

เกิดจากความผิดปกติของเซลล์รูปกรวย (Cone Cells) บนจอประสาทตา การนำเรื่องนี้มาสอนนอกจากจะได้ความรู้เรื่องแสง ยังเป็นการสอนหลักสิทธิมนุษยชนและการออกแบบเพื่อมวลชน (Universal Design)

4. วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการวิจัย

ใช้ระเบียบวิธีวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Design) แบบ One-Shot Case Study ผสมผสานกับการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Case Study) เนื่องจากต้องการเจาะลึกพฤติกรรมของนักเรียน 1 กลุ่มอย่างละเอียด

ประชากรและกลุ่มเป้าหมาย

- กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้น ป.5 จำนวน 3 คน
 - ด.ช. เอ (นามสมมติ): มีทักษะการคิดวิเคราะห์สูง แต่ขาดความอดทนเมื่อทำโครงการประดิษฐ์
 - ด.ช. บี (นามสมมติ): มีความคิดสร้างสรรค์ วาดรูปเก่ง แต่ไม่กล้าแสดงความคิดเห็น
 - ด.ช. ซี (นามสมมติ): ผลการเรียนวิชาการต่ำกว่าเกณฑ์ แต่ชอบวิชางานประดิษฐ์และถอดประกอบสิ่งของ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้บูรณาการ EDP (ระยะเวลา 4 ชั่วโมง): ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงทางเนื้อหา (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ/หัวหน้าหมวดวิทยาศาสตร์
2. แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาเชิงปฏิบัติ: เป็นเกณฑ์การประเมินแบบ Rubric 4 ระดับ (4=ดีมาก, 3=ดี, 2=พอใช้, 1=ปรับปรุง) ครอบคลุม 5 ตัวชี้วัด รวม 20 คะแนน
3. แบบบันทึกพฤติกรรมและการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ: สมุดจดบันทึกประจำตัวของครูผู้วิจัย สำหรับจดบันทึกบทสนทนา (Verbatim) และปฏิกริยาของนักเรียนขณะทำงาน

ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลและการจัดการเรียนรู้ (4 ชั่วโมง)

• ชั่วโมงที่ 1: จุดประกายและระบุปัญหา (Ask & Imagine)

ครูให้นักเรียนใส่แว่นตาเซลล์โฟนสีแดง-เขียว แล้วลองหยิบสีไม้ตามคำสั่ง นักเรียนพบความยากลำบาก จากนั้นครูให้ทำแบบทดสอบ Pre-test โดยให้บอกวิธีแก้ปัญหานี้ด้วยปากเปล่า และให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลในแท็บเล็ตเกี่ยวกับอักษรเบรลล์และการใช้ผิวสัมผัส

• ชั่วโมงที่ 2: วางแผนและออกแบบ (Plan)

นักเรียนทั้ง 3 คน ได้รับกระดาษ A3 เพื่อระดมสมองและวาดแบบร่าง (Sketch) สิ่งประดิษฐ์ ครูสังเกตการแบ่งหน้าที่ ด.ช.บี รับหน้าที่วาดรูป ด.ช.เอ เป็นคนคิดกลไก และ ด.ช.ซี เป็นคนบอกรายการวัสดุที่ต้องใช้

• ชั่วโมงที่ 3: ลงมือสร้างสรรค์ (Create)

ครูเตรียมกล่องวัสดุ (Makerspace) เช่น ดินน้ำมัน ยางยืด หลอด กรรไกร เทปกาว นักเรียนลงมือประดิษฐ์ตามแบบร่าง

• ชั่วโมงที่ 4: ทดสอบ พังทลาย และก้าวข้าม (Test, Improve & Share)

นักเรียนนำชิ้นงานมาทดสอบ (หลับตาแล้วคลำ) เมื่อพบความล้มเหลว ครูเปิดโอกาสให้แก้ไขใหม่จนชิ้นงานได้จริง จากนั้นนำเสนอผลงาน และทำ Post-test

การวิเคราะห์ข้อมูล

- นำคะแนนจากแบบประเมิน Pre-test และ Post-test มาหาค่าเฉลี่ย และร้อยละของความก้าวหน้า
- นำข้อมูลเชิงพรรณนาจากแบบบันทึกพฤติกรรม มาถอดรหัส (Coding) เพื่อจัดหมวดหมู่กระบวนการคิดของนักเรียน

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการประเมินทักษะการแก้ปัญหา (ข้อมูลเชิงปริมาณ)

จากการประเมินนักเรียน 3 คนด้วยเกณฑ์ Rubric 20 คะแนน (ประเมิน 5 ด้าน ด้านละ 4 คะแนน) พบว่านักเรียนทุกคนมีพัฒนาการทางทักษะการแก้ปัญหาที่สูงขึ้นอย่างชัดเจน

ตารางที่ 1: เปรียบเทียบคะแนนทักษะการแก้ปัญหาก่อนและหลังเรียนจำแนกเป็นรายบุคคล

ลำดับ	ชื่อนักเรียน	ก่อนเรียน (20)	หลังเรียน (20)	ความก้าวหน้า (+/-)	ร้อยละการพัฒนา
1	ด.ช. เอ	11	18	+7	35.0%
2	ด.ช. บี	9	17	+8	40.0%
3	ด.ช. ซี	8	18	+10	50.0%
เฉลี่ย	กลุ่มเป้าหมาย (3 คน)	9.33	17.66	+8.33	41.65%

จากตารางพบว่า ด.ช.ซี ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มอ่อน มีเปอร์เซ็นต์การพัฒนาสูงที่สุดถึงร้อยละ 50 สะท้อนให้เห็นว่าการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ (Active Learning) ตอบสนองต่อสไตล์การเรียนรู้ของเขาได้อย่างดีเยี่ยม

ตารางที่ 2: เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจำแนกตามองค์ประกอบทักษะการแก้ปัญหา

องค์ประกอบทักษะการแก้ปัญหา	เฉลี่ยก่อนเรียน (เต็ม 4)	เฉลี่ยหลังเรียน (เต็ม 4)	ผลการประเมินหลังเรียน
1. การทำความเข้าใจและระบุปัญหา	2.00	3.66	ดีมาก
2. การออกแบบและสร้างทางเลือก	1.66	3.33	ดี
3. การลงมือปฏิบัติจริง	1.66	3.66	ดีมาก
4. การทดสอบและแก้ไข (Improve)	1.33	3.66	ดีมาก
5. การทำงานเป็นกลุ่ม	2.66	3.33	ดี

5.2 ผลลัพธ์ทางกระบวนการคิดและการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ (ข้อมูลเชิงคุณภาพ)

จากการสังเกตและบันทึกพฤติกรรมตลอด 4 ชั่วโมง ผู้วิจัยพบพลวัตการเปลี่ยนแปลงที่น่าสนใจดังนี้:

- การก้าวข้ามความล้มเหลว (Overcoming Productive Failure):

ในชั่วโมงที่ 3 นักเรียนสร้าง *Prototype* แบบที่ 1 โดยใช้กระดาษกาวแปะที่ปลายสีไม้แล้วให้ ด.ช.ปี เขียนอักษรเบรลล์ด้วยปากกาเมจิกแบบนูน เมื่อนำมาทดสอบในชั่วโมงที่ 4 พบว่ารอยนูนของหมึกยุบตัวลงเมื่อถูกสัมผัสหลายครั้ง ทำให้ ด.ช.ซี (ผู้ลืบทาทดสอบ) ทายสีผิด

ปฏิกิริยาของนักเรียน: ด.ช.เอ เริ่มแสดงอาการหงุดหงิดและกล่าวว่า "เห็นไหม บอกแล้วว่าให้ใช้ดินน้ำมัน" การแทรกแซงของครู (Scaffolding): ครูไม่ได้ตำหนิ แต่ตั้งคำถามว่า "เราเพิ่งค้นพบว่าหมึกเมจิกนูนไม่ทนทาน นี่คือข้อมูลที่ดีมาก แล้วดินน้ำมันที่เอเสนอ จะมีปัญหาเรื่องความเหนียวติดมือไหม? มีวัสดุอะไรในกล่องที่แข็งแรงกว่านี้?"

การแก้ปัญหา: ด.ช.ซี หยิบหลอดพลาสติกแข็งขึ้นมา และเสนอให้ตัดเป็นท่อนเล็กๆ สวมเข้าที่ท้ายด้ามสี

- ผลงานสิ่งประดิษฐ์สุดท้าย (Final Product):

นักเรียนนำหลอดพลาสติกมาตัดเป็นท่อนยาว 2 ซม. สวมท้ายแท่งสีไม้ และใช้กรรไกรขลิบปลายหลอดให้เป็นแฉกตามรหัสที่ตกลงกันไว้:

- 1 แฉก = สีแดง (Red)
- 2 แฉก = สีเหลือง (Yellow)
- 3 แฉก = สีน้ำเงิน (Blue)
- ปลายเรียบไม่ตัด = สีเขียว (Green)

ผลการทดสอบเชิงประจักษ์พบว่า ด.ช.ซี และ ด.ช.บี สามารถกลับตาและหยิบสีได้ถูกต้องแม่นยำ 100% จากการสัมผัสแฉกพลาสติก ซึ่งเป็นนวัตกรรมที่ทนทาน ต้นทุนต่ำ และใช้งานได้ง่าย

6. อภิปรายผล

จากผลการวิจัย สามารถอภิปรายประเด็นสำคัญโดยเปรียบเทียบกับทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้ดังนี้:

1. การพัฒนาทักษะการทดสอบและแก้ไข (Test & Improve): จากตารางที่ 2 องค์ประกอบนี้มีคะแนนก่อนเรียนต่ำที่สุด (1.33) แต่พุ่งสูงขึ้นหลังเรียน (3.66) สาเหตุหลักมาจากการออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง EDP ที่กำหนดให้ "การทดสอบ" เป็นขั้นตอนบังคับ ไม่ใช่จุดสิ้นสุดของการเรียน (End of Line) เหมือนการทำใบงานทั่วไป เมื่อนักเรียนตระหนักว่าผลงานชิ้น

แรกเป็นเพียง "ตัวต้นแบบ (Prototype)" ความกลัวที่จะผิดพลาดจึงลดลง สอดคล้องกับแนวคิด Growth Mindset ของ Carol Dweck ที่ระบุว่าการชื่นชมที่ความพยายามและกระบวนการ จะทำให้เด็กกล้าเผชิญความท้าทาย

2. **บทบาทของสถานการณ์ Empathy:** การจำลองความยากลำบากของคนตาบอดสี เป็นปัจจัยกระตุ้นที่สำคัญที่สุด (Catalyst) ด.ช.บี ให้สัมภาษณ์ว่า *"รู้สึกสงสารคนที่แยกลีไม้ได้เวลาเขาวาดรูป เลยอยากทำปλοกลสีนี้ให้สำเร็จ"* สิ่งนี้ยืนยันแนวคิดของ Design Thinking ที่ว่า นวัตกรรมที่ดีเกิดจากความเข้าใจเพื่อนมนุษย์อย่างลึกซึ้ง การใช้คำถามที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง ทำให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีความหมาย (Meaningful Learning) มากกว่าการท่องจำทฤษฎีเรื่องการหักเหของแสงเพียงอย่างเดียว
3. **ประสิทธิภาพของการเรียนรู้แบบกลุ่มความสามารถ:** การจัดกลุ่ม 3 คน (ด.ช.เอ, ด.ช.บี, ด.ช.ซี) ทำให้เกิดการพึ่งพาอาศัยกันอย่างเป็นระบบ (Positive Interdependence) ด.ช.ซี ซึ่งอ่อนวิชาการที่สุด กลับเป็นผู้ค้นพบวิธีการใช้หลอดพลาสติกและเป็นผู้ลงมือตัดบากหลอดได้อย่างประณีตที่สุด ทำให้เขาได้รับการยอมรับจากเพื่อนในกลุ่ม เป็นการเพิ่มความเคารพในตนเอง (Self-esteem) ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญของการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาในระยะยาว สอดคล้องกับทฤษฎี Vygotsky เรื่อง ZPD

7. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (EDP) เป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง ประสบความสำเร็จอย่างสูงในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย (3 คน) นักเรียนมีความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา เลือกใช้วัสดุ และที่สำคัญที่สุดคือ สามารถก้าวข้ามความล้มเหลวระหว่างการทำงานจนนำไปสู่การสร้างสิ่งประดิษฐ์ "ปλοกลหลอดรหัสสัมผัส" ที่แก้ปัญหาข้อจำกัดทางการมองเห็นสีได้อย่างเป็นรูปธรรม

ข้อเสนอแนะเชิงปฏิบัติในการนำไปใช้ (สำหรับผู้สอน)

1. **การบริหารจัดการความล้มเหลว:** ครูผู้สอนต้องมีทักษะในการอำนวยความสะดวก (Facilitation Skills) เมื่อชิ้นงานของนักเรียนพังทลาย ครูต้องจดทันทีก่อนที่จะไม่ยื่นมือเข้าไปทำให้ แต่ควรใช้คำถามปลายเปิด (Socratic Questioning) เพื่อต้อนให้นักเรียนคิดหาวิธีแก้ไขด้วยตนเอง
2. **การจัดเตรียมสภาพแวดล้อม (Makerspace):** การจัดมุมวัสดุเหลือใช้ในห้องเรียนที่เข้าถึงได้ง่าย เป็นกุญแจสำคัญที่เปิดจินตนาการ ควรหลีกเลี่ยงการจัดหาวัสดุแบบสำเร็จรูป (Kits) ที่บังคับผลลัพธ์ตายตัว

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาลักษณะระยะยาว (Longitudinal Study) ว่านักเรียนกลุ่มนี้สามารถถ่ายทอด (Transfer) ทักษะการแก้ปัญหาแบบ EDP ไปสู่รายวิชาอื่น เช่น คณิตศาสตร์ หรือ สังคมศึกษา ได้หรือไม่
2. ควรทดลองนำสิ่งประดิษฐ์ที่นักเรียนสร้างขึ้น (Prototype) ไปให้ผู้ใช้งานจริงในชุมชนหรือโรงเรียนสอนคนตาบอดทดลองใช้ เพื่อรับข้อเสนอแนะกลับมาพัฒนานวัตกรรมต่อไป (User-centered Feedback)

8. บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2561). *คู่มือการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (STEM Education) ระดับประถมศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สุพรรณิ ชาญประเสริฐ. (2557). *สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21*. นิตยสาร สสวท., 42(186), 3-5.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.

- Dweck, C. S. (2006). *Mindset: The new psychology of success*. Random House.
 - Papert, S. (1991). *Situating Constructionism*. In I. Harel & S. Papert (Eds.), *Constructionism* (pp. 1-11). Ablex Publishing.
 - Polya, G. (1957). *How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method* (2nd ed.). Princeton University Press.
 - Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard university press.
-

9. ภาคผนวก

ภาคผนวก ก: แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาเชิงปฏิบัติการ (Rubric Score)

เกณฑ์การให้คะแนนแบบละเอียด สำหรับครูผู้ประเมินสังเกตพฤติกรรม (รวม 20 คะแนน)

(1) การทำความเข้าใจและระบุปัญหา (Ask)

- **4 คะแนน:** สามารถระบุสาเหตุของความยากลำบากของผู้มีภาวะตาบอดสีได้อย่างลึกซึ้ง และกำหนดเป้าหมายของสิ่งประดิษฐ์ได้ชัดเจนด้วยตนเอง
- **3 คะแนน:** ระบุปัญหาและเป้าหมายได้ถูกต้อง แต่ยังคงอาศัยการชี้แนะจากครูเล็กน้อย
- **2 คะแนน:** เข้าใจปัญหาแบบผิวเผิน ไม่สามารถอธิบายเป้าหมายของชิ้นงานได้ชัดเจน
- **1 คะแนน:** ไม่เข้าใจปัญหาเลย ทำงานโดยไม่รู้จักจุดประสงค์

(2) การออกแบบและสร้างทางเลือก (Imagine & Plan)

- **4 คะแนน:** นำเสนอไอเดียอย่างน้อย 2 รูปแบบ วาดแบบร่าง (Sketch) พร้อมระบุชนิดวัสดุและขนาดได้อย่างละเอียด
- **3 คะแนน:** นำเสนอไอเดีย 1 รูปแบบ วาดแบบร่างได้แต่ยังขาดรายละเอียดเรื่องวัสดุ
- **2 คะแนน:** ไม่มีการวาดแบบร่าง อาศัยการคิดในหัวและพยายามลงมือทำเลยทันที
- **1 คะแนน:** ไม่สามารถออกแบบได้ ต้องลอกเลียนแบบความคิดของกลุ่มอื่นหรือรอให้ครูบอก

(3) การลงมือปฏิบัติจริง (Create)

- 4 คะแนน: ใช้เครื่องมือและวัสดุอย่างปลอดภัยและประหยัด สร้างชิ้นงานได้ใกล้เคียงกับแบบร่างที่วางไว้มากที่สุด
- 3 คะแนน: ลงมือปฏิบัติได้ดี แต่อาจใช้วัสดุสิ้นเปลืองหรือไม่ตรงตามแบบร่างในบางส่วน
- 2 คะแนน: การประกอบชิ้นงานขาดความประณีต ใช้งานเครื่องมือผิดประเภทบ้าง
- 1 คะแนน: ไม่ให้ความร่วมมือในการประดิษฐ์ หรือสร้างชิ้นงานไม่สำเร็จเป็นรูปเป็นร่าง

(4) การทดสอบและแก้ไข (Test & Improve)

- 4 คะแนน: เมื่อพบข้อบกพร่อง ไม่ย่อท้อ สามารถวิเคราะห์หาสาเหตุและเสนอแนวทางแก้ไขได้อย่างเป็นระบบจนชิ้นงานใช้งานได้จริง
- 3 คะแนน: เมื่อพบข้อบกพร่อง พยายามแก้ไขแต่ยังต้องอาศัยคำแนะนำจากเพื่อนหรือครู
- 2 คะแนน: รับรู้ข้อบกพร่อง แต่มีปฏิกิริยาหงุดหงิด และแก้ไขได้เพียงเล็กน้อย ชิ้นงานยังใช้งานไม่ได้จริง
- 1 คะแนน: ล้มเลิกการทำทันทีเมื่อการทดสอบครั้งแรกไม่สำเร็จ

(5) การทำงานเป็นกลุ่ม (Teamwork & Share)

- 4 คะแนน: มีการแบ่งบทบาทหน้าที่ชัดเจน ทุกคนมีส่วนร่วม รับฟังความเห็นต่าง และสื่อสารต่อนำเสนอได้อย่างยอดเยี่ยม
- 3 คะแนน: ทำงานร่วมกันได้ดี แต่มียังมีการแย่งกันทำ หรือบางคนมีบทบาทน้อยกว่า
- 2 คะแนน: เกิดความขัดแย้งในกลุ่ม ไม่สามารถหาข้อตกลงร่วมกันได้ในบางประเด็น
- 1 คะแนน: ปฏิเสธการทำงานร่วมกับผู้อื่น หรือเกิดการทะเลาะวิวาทจนงานหยุดชะงัก

ภาคผนวก ข: คำโครงการแผนการจัดการเรียนรู้รายชั่วโมง (สรุปย่อ)

(ครูสามารถนำคำโครงการนี้ไปเขียนลงในแบบฟอร์มแผนการสอนของโรงเรียนได้)

ชั่วโมงที่ 1: ชั้นระบุปัญหาและรวบรวมข้อมูล (Ask & Imagine)

- กิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน (15 นาที): ครูโชว์แผ่นทดสอบตาบอดสี (Ishihara Test) บนกระดาน และถามนักเรียนว่าเห็นตัวเลขอะไร นำเข้าสู่เรื่องข้อจำกัดทางการมองเห็น
- กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน (35 นาที): ให้นักเรียนจำลองสถานการณ์ หยิบสีเทียนในกล่องที่ถูกแกะกระดาษหุ้มออก (ในห้องที่ปรับแสงสลัว) ให้นักเรียนระดมสมองหา "ข้อมูลที่จำเป็น" เช่น การใช้อักษรเบรลล์ หรือการทำสัญลักษณ์
- สรุป (10 นาที): นักเรียน 3 คน ตกลงกันว่าจะสร้าง "ตัวช่วยแยกสี"

ชั่วโมงที่ 2: ขั้นตอนแบบวิธีการ (Plan)

- กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน (50 นาที): แจกกระดาษปรีฟและปากกาเมจิก นักเรียนออกแบบ ร่างแบบ กำหนดความกว้าง ความยาว และรายการสิ่งของที่ต้องไปค้นหาในกล่อง Makerspace
- สรุป (10 นาที): ครูตรวจสอบแบบร่าง (Blueprint Check) เพื่อดูความสมเหตุสมผล

ชั่วโมงที่ 3: ขั้นตอนดำเนินการ (Create)

- กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน (60 นาที): นักเรียนลงมือประดิษฐ์ตามหน้าที่ที่ตกลงกันไว้ ครูเดินสังเกตการณ์ สังเกตการใช้กรรไกร การใช้กาว และบันทึกพฤติกรรม (ในขั้นตอนนี้เกิด Prototype ที่ 1)

ชั่วโมงที่ 4: ขั้นตอนทดสอบ ปรับปรุง และนำเสนอ (Test, Improve, Share)

- กิจกรรมทดสอบและปรับปรุง (35 นาที): ครูให้ผู้ทดสอบปิดตาและลองใช้งาน พบว่า Prototype 1 ล้มเหลว นักเรียนกลับไปสู่กระบวนการคิดใหม่ และสร้าง Prototype 2 (ปลอกหลอดรหัสสัมผัส) จนสำเร็จ
- กิจกรรมนำเสนอ (15 นาที): นักเรียนอธิบายหลักการทำงานและสิ่งที่ได้เรียนรู้จากความผิดพลาด
- ประเมินผล (10 นาที): ทำ Post-test และครูให้ Feedback เชิงบวก



พ่อบ้านผู้ช่วยจำแนกสี

ด้านอุปกรณ์อำนวยความสะดวก

Saint Gabriel's College



ที่มาและแนวคิดของสิ่งประดิษฐ์

เพื่อนของพวกเราที่มีปัญหาของคนตาบอดสี เป็นอุปสรรคในการใช้ชีวิต เช่น การใช้ชีวิตประจำวัน การเรียนวิชาศิลปะทำให้เกิดความกังวล การเลือกเสื้อในแต่ละสีที่ดูไม่ออก และอื่นๆ แกรมราคาของเครื่องช่วยพบว่าราคาแพงมาก 8000 – หลายหมื่น บาท จึงมีแนวคิดที่จะประดิษฐ์เครื่องช่วยคนตาบอดสีที่เล็กและราคาถูก ที่จะสามารถช่วยคนตาบอดสีได้

ขั้นตอนการทำงานของผลงาน

1. เริ่มเขียนโปรแกรมควบคุมด้วยภาษา C++ บน Arduino IDE ควบคุมการทำงานของเซนเซอร์วัดสี
2. พวกเราเลือกใช้เซนเซอร์ TCS230/TCS3200 ตรวจสอบแสงสะท้อนของวัตถุ
3. เขียนโปรแกรมใช้ Arduino เป็นหน่วยประมวลผลกลางในการวิเคราะห์ค่าสี Red, Green, Blue
4. ออกแบบและเขียนโปรแกรม ติดตั้งไฟ LED RGB
5. สุดท้ายเชื่อมต่อจอ LCD 16x2 ผ่านระบบ I2C สำหรับแสดงผลตัวอักษรเป็นชื่อสี Red, Green, Blue

วัตถุประสงค์

1. เพื่อประดิษฐ์อุปกรณ์ที่ช่วยคนตาบอดสีได้เห็นสีได้อย่างมั่นใจ
2. เพื่อประดิษฐ์อุปกรณ์ช่วยคนตาบอดสีที่มีราคาถูกและขนาดเล็ก พกพาสะดวก
3. ใช้เป็นอุปกรณ์ต้นแบบ สื่อการเรียนรู้ในห้องเรียนได้



อุปกรณ์ที่ใช้

1. ใช้เซนเซอร์ TCS230/TCS3200 ตรวจสอบแสงของวัตถุ
2. บอร์ด Arduino IDE หน่วยประมวลผลกลาง
3. เชื่อมต่อจอ LCD 16x2 4. ติดตั้งไฟ LED RGB ถ่าน 9 โวลต์ กล้องส่องจากรถจักรยานใช้รวมงบประมาณ 1,200 บาท

สรุปและอภิปรายผล

“พ่อบ้านผู้ช่วยจำแนกสี” เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่สามารถช่วยคนตาบอดสีได้จริง ผมได้นำเครื่องไปให้เพื่อนที่ตาบอดสีพบว่าสามารถช่วยได้จริง มีราคาถูกและขนาดเล็ก พกพาสะดวก

การนำผลงานไปใช้ประโยชน์

1. ได้ประดิษฐ์อุปกรณ์ที่ช่วยคนตาบอดสีได้เห็นสีได้อย่างมั่นใจ
2. ได้ประดิษฐ์อุปกรณ์ช่วยคนตาบอดสีที่มีราคาถูกและขนาดเล็ก พกพาสะดวก
3. ได้เป็นอุปกรณ์ต้นแบบ สื่อการเรียนรู้ในห้องเรียน หรือคนที่สนใจ



