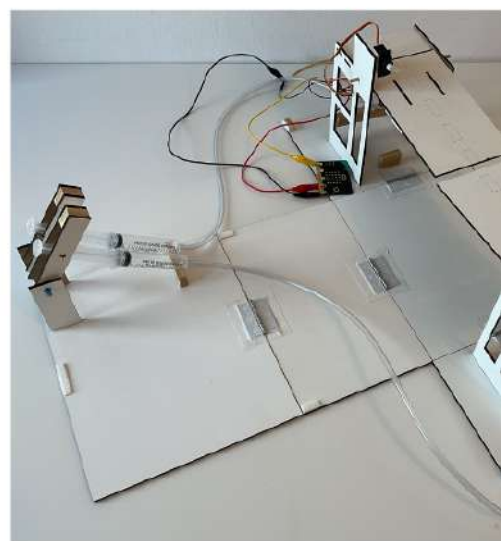
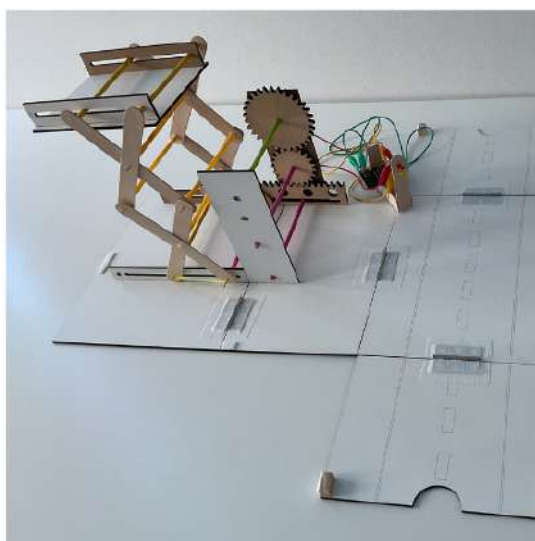
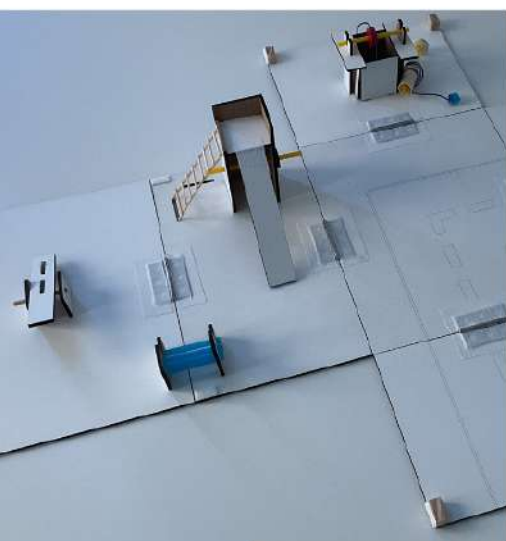




LA TECNOLOGIA APLICADA A L'EDUCACIÓ

DISSENY I CONSTRUCCIÓ DE CAIXES
D'APRENTATGE DESTINADES ALS INFANTS



Paula Pibernat Samsó

Curs: 2024 - 2025

Grup: 2n BAT A

Tutor: Toni Hernández

Data d'entrega: Octubre 2024

“Integrar la tecnologia en l'educació infantil no es tracta de substituir l'experiència humana, sinó de potenciar-la i ampliar les possibilitats d'aprenentatge.”

— **Mitchel Resnick**

RESUMEN

La educación ha ido evolucionando a lo largo de los años, y durante este período, se ha podido comprobar que hay diferentes recursos y métodos que ayudan al desarrollo del aprendizaje de los niños. Es por eso que en este trabajo se crea un nuevo material didáctico, llamado cajas de aprendizaje, que fomentan la comprensión de los conocimientos y conceptos nuevos de manera autónoma, mejorando los sistemas tradicionales.

Se han construido tres cajas de aprendizaje con el objetivo de trabajar con todas ellas conceptos relacionados con los contenidos STEAM, específicamente los de tecnología, para conseguir crear un nuevo material didáctico con un coste inferior a los que ya existen en el mercado. La primera caja trabaja los conceptos de las máquinas simples, la segunda mecanismos de transmisión y transformación del movimiento, y la tercera conceptos de neumática. Todas ellas, cuando se despliegan, pueden estar unidas entre sí a través de una carretera, simulando una ciudad. Además, en todas las cajas también se trabaja con la placa Micro:Bit para conseguir nuevos conocimientos de la robótica.

Antes de crear mi propio recurso didáctico, he analizado como los niños utilizaban los recursos didácticos de diferentes marcas comerciales ya existentes. A partir de estas pruebas, he podido extraer diferentes conclusiones (ventajas e inconvenientes), que posteriormente he aplicado a mi proyecto final, para conseguir unos mejores resultados.

Finalmente, después de crear el material didáctico, también he puesto en práctica estas cajas de aprendizaje de manera eficaz, consiguiendo confirmar mi hipótesis sobre que no todos los niños aprenden de la misma manera. Es por eso que he conseguido cumplir los objetivos propuestos inicialmente: enseñar nuevos conocimientos a los niños, resaltando conceptos relacionados con la tecnología y la robótica a partir de proyectos prácticos.

Palabras claves: aprendizaje, STEAM, cajas de aprendizaje, tecnología.

ABSTRACT:

Education has been evolving over the years, and during this period, it has become evident that there are various resources and methods useful in developing children's learning processes (that aid in children's learning development). In order to promote the understanding of new knowledge and concepts in an autonomous way and, therefore, improve traditional systems, a new educational resource called learning boxes has been created.

Three learning boxes have been constructed with the aim of working on STEAM-related concepts. The goal is to create a new educational resource with a lower cost than those already available on the market. The first box focuses on the concepts of simple machines, the second one on mechanisms of motion transmission and transformation, and the third one on pneumatics. If we unfold the three boxes, all of them can be connected by a road, simulating a city. Furthermore, all the boxes also incorporate an electronic board called Micro:Bit to facilitate new knowledge of robotics.

Before creating my own educational resource, I analyzed how children used educational resources from various existing commercial brands. From these trials, I was able to draw different conclusions (advantages and disadvantages), which I later applied to my final project to achieve better results.

Finally, after creating the educational material, I also implemented these learning boxes effectively, confirming my hypothesis that not all children learn in the same way. This is why I managed to meet the initial objectives: to teach new knowledge to children by highlighting technological and robotic concepts through practical projects.

Keywords: learning, STEAM, learning boxes, technology.

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ.....	6
1.1 Motivació personal.....	6
1.2 Objectius.....	7
1.3 Hipòtesi.....	7
1.4 Metodologia.....	8
2. L'APRENENTATGE.....	9
2.1 L'aprenentatge dels infants.....	10
3. L'EDUCACIÓ.....	12
3.1 L'educació dels infants.....	13
3.2 Materials didàctics.....	14
3.2.1 Caixes d'aprenentatge.....	14
4. QUÈ ÉS L'STEAM.....	15
4.1 L'educació i l'STEAM.....	15
5. MÀQUINES, MECANISMES, PNEUMÀTICA I APLICACIÓ A LA VIDA REAL.....	17
5.1 Màquines simples.....	17
5.1.1 La palanca.....	18
5.1.2 La roda.....	18
5.1.3 El torn.....	18
5.1.4 El pla inclinat.....	19
5.1.5 La politja.....	19
5.2 Mecanismes de transmissió i transformació del moviment.....	21
5.2.1 Els engranatges.....	21
5.2.2 Engranatges de cadena.....	23
5.2.3 Caragol sense fi.....	23
5.2.4 Pinyó-cremallera.....	23
5.3. Pneumàtica.....	24
5.3.1 Hidràulica.....	26
6. RECURSOS UTILITZAT PER REALITZAR EL TREBALL.....	27
6.1 Programes utilitzats.....	27
6.1.1 LightBurn.....	27
6.1.2 LibreCAD.....	27
6.1.3 Adobe Premiere.....	27
6.1.4 Canva.....	27
6.1.5 Google Sites.....	27
6.2 Electricitat i electrònica.....	28
6.2.1 Què és la placa Micro:Bit.....	28
6.2.4 Sensors que incorpora la placa.....	28
6.2.5 Actuadors que incorpora la placa.....	29
6.2.6 Altres components que incorpora la placa.....	29
7. DESENVOLUPAMENT DEL PROJECTE.....	30
7.1 Metodologia emprada per realitzar cada caixa.....	30
7.2 Caixa d'aprenentatge I.....	32
7.2.1 Procés de construcció.....	32

7.2.2 Materials i pressupost necessari.....	34
7.3 Caixa d'aprenentatge II.....	35
7.3.1 Procés de construcció.....	35
7.3.2 Materials i pressupost necessari.....	37
7.4 Caixa d'aprenentatge III.....	38
7.4.1 Procés de construcció.....	38
7.4.2 Materials i pressupost necessari.....	41
7.5 Unió de les caixes.....	42
7.6 Creació d'una pàgina web.....	42
7.7 L'hora de la veritat: posada a prova del material.....	42
8. CONCLUSIONS.....	44
9. AGRAÏMENTS.....	46
10. FONTS D'INFORMACIÓ.....	47
11. ANNEXOS.....	50

1. INTRODUCCIÓ

El treball de recerca, és un projecte el qual s'han de dedicar moltes hores, és per això que penso que és important escollir un tema que et cridi l'atenció, o que tinguis interès per poder desenvolupar una recerca d'informació i adquirir nous coneixements. També és important que tots aquests coneixements es puguin relacionar a una part pràctica, que a partir dels problemes que et sorgeixen mentre intentes aconseguir els objectius marcats, puguis aprendre a afrontar-los i a solucionar-los després de la recerca d'informació prèvia.

1.1 Motivació personal

Personalment, des d'un inici tenia clar que volia que el meu treball de recerca, estigués relacionat amb la robòtica, ja que és un àmbit que des de petita m'interessa, i també m'agradaria que continués formant part del meu futur. Tot i tenir clar aquest àmbit, em va costar molt acabar de decidir el tema, pel fet que no sabia com relacionar-ho amb un altre aspecte que em crides l'atenció.

En un inici, vaig optar per implementar la robòtica creant un dispositiu centrat a ajudar a la gent gran, però després de pensar com fer-ho, em vaig adonar que ja existeixen molts dispositius destinats a aquesta causa, i a part, és un tema que realment no em motivava.

Després vaig pensar a realitzar una mà biónica, el problema era que perquè fos funcional, necessitaria molts materials d'alt cost, i també havia de trobar un fet en el qual aquesta mà, ajudés a fer alguna tasca.

Finalment, vaig adonar-me que durant els darrers anys, s'han produït molts canvis tecnològics a la societat, i que actualment hi ha una millora diària de la tecnologia. Aquesta, està molt present a les nostres vides quotidianes i cada vegada més en l'aprenentatge dels nens i nenes. És per això, que vaig pensar en una nova inquietud meua: els materials d'aprenentatge per als infants relacionats sobretot amb el tema STEAM. Tot i que actualment existeixen materials d'aprenentatge diferents, com per exemple LEGO™ o VEX Robotics™, no tots són accessibles per a tothom a causa del seu cost elevat. Llavors, vaig pensar que seria bo crear un material pedagògic, amb un cost més baix, on els nens fossin capaços de muntar mecanismes simples, i programar-los.

1.2 Objectius

Després de decidir el tema, m'he marcat uns objectius que espero complir, amb la construcció de diferents caixes d'aprenentatge a partir de peces d'elaboració pròpia i la placa Micro:Bit.

- Impulsar la formació STEAM a alumnes de primària a través de la creació d'unes caixes d'aprenentatge en què es treballin els conceptes de màquines simples, mecanismes de transmissió i transformació del moviment i pneumàtica.
- Utilitzar i programar una placa Micro:Bit per incorporar nous coneixements de robòtica bàsica als infants.
- Crear els plànols i les instruccions per al bon funcionament de les caixes d'aprenentatge.
- Extreure'n conclusions de la prova feta amb diferents nens d'edats compreses entre set i deu anys, a través de les caixes d'aprenentatge creades per mi.

Durant el procés del treball, s'han plantejat altres objectius que també s'esperen complir:

- Que el cost de les caixes d'aprenentatge siguin inferiors als materials existents per treballar l'STEAM, per tant, siguin assequibles per a tothom.
- Posar en pràctica i treure'n conclusions del funcionament d'alguns materials didàctics ja existents.
- Tenir unes activitats prèvies i posteriors per situar i avaluar els coneixements que es volen assolir.
- Crear una pàgina web per recollir tots els recursos que he creat per a cada caixa d'aprenentatge, i poder treballar amb elles més fàcilment.

1.3 Hipòtesi

La hipòtesi del meu treball és que no hi ha una manera universal a través de la qual tots els nens aprenen els coneixements nous, sinó que cadascú ho fa d'una manera i a un ritme diferent, ja sigui per les característiques del nen, l'estatus social on es troba, o altres factors externs. Tot i això, crec que es poden crear nous recursos didàctics per ajudar i facilitar l'aprenentatge de conceptes nous en els infants, tenint molt present la tecnologia que actualment ens facilita molt poder-los obtenir.

Per tant, en aquest treball es vol intentar respondre i justificar que tot i que els nens segueixen uns processos diferents per aprendre, tots poden arribar a adquirir nous coneixements a partir de la utilització de diferents materials didàctics que a través de la pràctica, siguin capaços d'aprendre nous sabers.

1.4 Metodologia

El procés que he seguit per desenvolupar aquest treball de recerca, té les fases del mètode científic.

- **Identificar el problema** que es vol solucionar, i establir els objectius i la hipòtesi del resultat que es vol aconseguir.
- **Recerca d'informació** a partir de qualsevol mitjà, com poden ser els llibres, revistes, informació de les xarxes, entrevista a persones expertes en el tema, entre d'altres, per tal de poder triar la millor solució un cop adquirit els coneixements. Tot i que aquesta sigui la segona fase del mètode científic, pot ser que durant el procés de planificació o de construcció apareguin dubtes, i sigui necessari tornar a fer una nova recerca d'informació per solucionar-ho.
- **Planificació** de la idea que es vol desenvolupar, creant els plànols, els dissenys, escollint els materials necessaris...
- **Construcció** de la idea planificada anteriorment, documentant el procés, i explicant si hi ha algun problema.
- **Conclusió** i observació del resultat, per avaluar-lo i comprovar si la feina feta satisfà la necessitat plantejada inicialment. En el cas que l'objecte final no compleixi les necessitats, s'han de tornar a realitzar les fases des de l'inici.
- **Difondre** els resultats obtinguts, per tal que es pugui treure benefici.

Per tal de dur a terme el meu treball i aconseguir els objectius proposats, he hagut de seguir el següent procés ordenat:

- El primer que he fet ha estat fer una recerca d'informació sobre l'aprenentatge, l'educació i l'STEAM, i com aquest pot millorar l'aprenentatge dels nens.
- Després, he començat a realitzar les primeres proves amb la impressora làser.
- Seguidament, ja he començat a dissenyar i pensar els continguts de cada caixa d'aprenentatge, sabent les limitacions i els punts forts de la impressora.
- A continuació he creat cada una de les caixes d'aprenentatge tenint en compte el tema que es volia treballar, i que totes elles s'unissin formant una ciutat perquè sigui més atractiu visualment.
- Després, he creat diferents recursos necessaris per a cada una de les caixes i el bon funcionament d'aquestes, com poden ser un vídeo introductori de cada caixa, instruccions de muntatge, activitats finals...
- Finalment, he posat en pràctica cada caixa amb els nens, i n'he pogut treure les conclusions, comprovant si s'han complert les hipòtesis i els meus objectius inicials.

2. L'APRENTATGE

El Diccionari de la llengua catalana (DIEC) de l'Institut d'Estudis Catalans defineix l'aprenentatge com:

“Procés pel qual un individu o una col·lectivitat adquireixen coneixements, habilitats, trets o pautes culturals, com el llenguatge, els prejudicis, les normes, les creences, les regles de conducta.”¹

És a dir, aquesta definició ens afirma que l'aprenentatge no només són les habilitats i coneixements que s'adquireixen, sinó que també ens pot proporcionar diversos conceptes com els valors o les actituds que s'han de desenvolupar en certs moments. Ara bé, l'aprenentatge pot ser divers segons la seva finalitat. Per una banda, es pot aprendre a causa de recompenses externes, com pot ser per aconseguir bones notes, reconeixement, entre d'altres. Per altra banda, l'aprenentatge també pot tenir els objectius de raons internes com per exemple per la sensació de triomf d'una persona, o simplement per gust, curiositat d'aprendre i entendre el món que ens envolta, o de manera involuntària.

L'aprenentatge és molt importat pels éssers humans, ja que provoca que no podem evitar estar aprenent constantment. Aquesta és una característica pròpia dels humans, perquè tot i que hi ha moltes espècies que tenen un coneixement innat o que l'adquireixen al llarg de la seva vida, l'aprenentatge pels humans implica poder-se adaptar i afrontar situacions. Tot i això, la principal diferència respecte a les altres espècies i nosaltres és que els coneixements que els humans adquireixen es transmeten de generació en generació, i això permet una millora constant.

La ciència que estudia aquest concepte i els processos mentals, anomenada psicologia, va aparèixer fa uns cent anys, per tant, podem afirmar que és un procés relativament nou a la recerca científica. Els psicòlegs han realitzat moltes definicions diferents per explicar aquest concepte. A continuació podem trobar dues definicions que vull destacar perquè reflecteixen les dues perspectives diferents que normalment distingeixen els psicòlegs.

“1. L'aprenentatge és un canvi relativament permanent en la conducta com el resultat de l'experiència.

2. L'aprenentatge és un canvi relativament permanent en les associacions o representacions mentals com a resultat de l'experiència.”²

En les dues definicions es descriu un canvi relativament permanent, ja que aquest durarà un cert temps, però no necessàriament ha de ser per tota la vida. Tot i això, la diferència

¹ DICCIONARI DE LA LLENGUA CATALANA (DIEC) [En línia], 2024

² Ellis Ormrod, 2005: 5.

principal d'aquestes definicions és la manera en la qual es percep el canvi que es realitza un cop adquirit el nou coneixement. En la primera definició es destaca que la conducta és el resultat de l'aprenentatge, és a dir, descriu un canvi que podem observar a partir d'una resposta real de l'individu, que es coneix com a conductisme. En canvi, en la segona, el resultat de l'aprenentatge són les associacions o representacions mentals, un canvi intern que a simple vista no es pot observar. Aquesta perspectiva es coneix com a cognitivisme. També cal destacar que en les dues definicions es relaciona l'aprenentatge amb l'experiència, però realment, aquest debat ha provocat dos punts de vista molt diferenciats. D'entrada, alguns consideren que l'experiència és fonamental i essencial perquè ens permet aplicar els coneixements teòrics a situacions reals, perquè es defensa que es desenvolupa millor un concepte, a partir de la resolució d'un repte real. Tot i això, altres pensen que es pot aconseguir un aprenentatge sense la necessitat de recórrer a l'experiència, adquirint el coneixement a partir de metodologies teòriques o ben estructurades.

La manera en què les persones realitzem aquest procés d'aprenentatge, no és universal a causa de factors externs. Alguns exemples d'aquests factors són el temps que es destina a entendre els conceptes, el lloc on es desenvolupa aquest procés d'aprenentatge o les distraccions del nostre entorn mentre estem aprenent. Una altra causa d'aquesta diferència són els factors interns relacionats amb la manera en què cada cervell interpreta els nous coneixements. També cal tenir en compte l'edat que tenen les persones que estan realitzant el procés d'aprenentatge, perquè implica unes característiques diferents a causa del constant creixement.

2.1 L'aprenentatge dels infants

Tal com afirma el psicòleg suís Jean Piaget, moltes vegades es descriu l'aprenentatge dels infants com la manera en la qual els nens interpreten el món, segons l'edat que tenen canviant i aprenent nous punts de vista diàriament. Però la principal inquietud de Piaget era descobrir com els infants adquireixen aquests nous coneixements que els permet canviar la idea del món, és a dir, aprendre, i després d'observar i investigar sobre aquest fet, va aconseguir presentar la seva teoria anomenada Teoria de Piaget. En aquesta teoria s'explica la divisió entre quatre grans etapes de l'aprenentatge en els nens. La primera etapa comprèn des del naixement fins als dos anys, i al llarg d'aquest període el coneixement s'adquireix a partir de la manipulació i les experiències sensorials, és a dir, basant-se molt en tots els conceptes adquirits a partir dels sentits. Entre els dos i set anys, els nens estan en la segona etapa que es caracteritza per voler saber el perquè de les coses, i en aprendre a partir de jocs o imitacions. La tercera etapa (d'entre set i onze anys), tot i que encara no perceben els conceptes hipotètics, ja es comencen a pensar i

posicionar-se en el lloc dels altres. Finalment, a partir dels onze anys els nens ja comencen a utilitzar el pensament deductiu i la lògica.

Tot i això, en totes les etapes es pot diferenciar un procés d'aprenentatge que s'inicia quan els nens comencen a explorar l'entorn que els envolta. Després, segons Piaget comencen a construir esquemes mentals per entendre la realitat, s'uneixen amb els esquemes mentals realitzats prèviament en entendre altres idees, que es combinen per acabar aconseguint adquirir un nou coneixement. Després, hi ha ocasions que es produeix una interacció entre els nens i els adults, que permet als infants accelerar el procés d'aprendre les noves idees amb l'ajuda dels altres. Finalment, l'última fase d'aquest procés és quan els infants posen en pràctica tots els coneixements apresos a partir de la resolució de situacions, preguntes o problemes, en què el fet d'equivocar-se és important per desenvolupar millor les seves estratègies cognitives³ i trobar solucions més eficaces.

³ **Estratègies cognitives:** Les estratègies cognitives són les maneres o maneres d'organitzar les accions, usant les capacitats intel·lectuals pròpies, en funció de les demandes de la tasca, per guiar els processos de pensament, cap a la solució del problema.

3. L'EDUCACIÓ

La paraula educació prové del llatí “endurece”, que vol dir formar, guiar, conduir. Podem definir l'educació com un procés complex fonamental per la vida humana, on l'objectiu és fer que les persones aprenguin coneixements, actituds, valors, entre d'altres. Per tant, aquest procés està molt relacionat amb l'aprenentatge, ja que es basa en transmetre coneixements prèviament adquirits.

Aquest procés es pot donar en escenaris varis. Per una banda, es pot produir de manera informal en qualsevol lloc a partir de dues persones compartint idees, opinions, coneixements, cultures, religions... entre diverses persones. Per altra banda, existeix l'educació formal que es du a terme en centres educatius com per exemple l'escola, l'institut, la universitat, les acadèmies o altres centres. En aquest treball ens centrarem en aquest últim escenari de l'educació.

Ara bé, cal destacar que al llarg de la història s'ha qüestionat si l'educació, especialment la que es proporciona en centres educatius controlats per l'estat, permet que l'ésser humà sigui lliure, havent-hi dues postures diferenciades. Per una banda, s'afirma que l'educació permet tenir més coneixements, per tant, permet que l'humà avanci. Al contrari, hi ha persones que descriuen l'educació com un procés en què s'obliga a aprendre uns conceptes imposats per la societat, limitant, per tant, el pensament crític de les persones.

Tot i aquest debat, l'educació ha tingut un paper important pel desenvolupament de l'ésser humà. A diferència dels altres animals, nosaltres no només tenim l'instint de supervivència, sinó que també disposem d'una curiositat d'aprendre i adaptar-nos al medi que ens envolta. És per això, que els humans han inventat l'educació, per transmetre coneixements de generació en generació o també altres conceptes que s'han creat per conveniència humana com la cultura, la religió, els mites, la ciència, el llenguatge, entre d'altres.

En aquest context, l'educació ha anat evolucionant al llarg de la història, sent el resultat de l'evolució dels éssers humans i de les necessitats socials i culturals en cada moment. Per aquesta raó no podem concretar una data per l'inici de l'educació, ja que això es va produir en el moment que una persona li va ensenyar a una altra algun coneixement, concepte o idea. Tot i això, sabem que antigament, en les comunitats primitives on passaven del nomadisme⁴ al sedentarisme⁵ a partir de la utilització de la caça i de l'agricultura com a principals fonts de supervivència, es va començar a produir l'intercanvi de sabers

⁴ **Nomadisme:** Sistema de vida dels éssers humans que es basa en el desplaçament periòdic o constant d'un lloc a l'altre. La causa principal és la consumició dels recursos de la regió, per això que l'objectiu és buscar nous recursos i millorar les condicions climàtiques i geològiques.

⁵ **Sedentarisme:** Sistema de vida dels éssers humans que es basa en viure en un lloc fix.

necessaris, per a la supervivència, entre pares i fills. A mesura que les civilitzacions es van desenvolupar, com Mesopotàmia, Egipte o Xina, van sorgir les primeres educacions formals que principalment estaven en mans dels sacerdots. Aquests, es basaven en ensenyar àmbits com l'escriptura, les ciències, les matemàtiques, l'astronomia i la religió. Posteriorment, a l'Antiga Grècia, es va desenvolupar una educació molt influenciada per pensadors com Sòcrates, Plató i Aristòtil, que tenia com a objectiu, preparar als joves per assumir càrrecs a la societat, i ensenyar conceptes filosòfics. Amb la caiguda de l'Imperi Romà, l'Educació va passar en mans de l'església, i es basava en l'explicació dels continguts religiosos, o d'idees i coneixements de les antigues civilitzacions. Durant el Renaixement, després d'una educació gairebé controlada per l'església i centrada en l'estudi de la religió, l'educació es va tornar a centrar en la filosofia, la literatura, les arts, és a dir, idees inspirades en els antics grecs i romans. L'educació durant el període de la Il·lustració es va centrar en buscar la llibertat i el pensament autònom de les persones, unes idees proposades per filòsofs com Kant o Rousseau. En el segle XIX, amb la revolució industrial, els governs van veure la necessitat de crear sistemes educatius per preparar a tots els ciutadans, aconseguint establir l'educació pública, obligatòria i gratuïta. Durant aquests últims segles l'educació ha anat evolucionant a partir de l'arribada de les noves tecnologies. Cal destacar que durant el 2020, amb la pandèmia, es va haver d'inventar un sistema educatiu utilitzant les noves tecnologies, capaç d'ensenyar i aprendre des de casa. Per tant, podem dir que al llarg de la història s'han realitzat diversos procediments per educar a les persones, fins a arribar al sistema educatiu que actualment coneixem i que segueix millorant i adaptant-se constantment als canvis.

3.1 L'educació dels infants

És molt difícil parlar de com ha de ser l'educació dels nens, ja que realment no hi ha un sistema millor que un altre. És per això que actualment existeixen diferents sistemes educatius, cadascun amb les seves característiques i destacant el que consideren més important. Un altre fet important, són els factors externs com la cultura o l'economia que poden afavorir o no l'educació dels infants.

Tot i això, cal destacar que cada nen és únic amb diferents necessitats, interessos i ritmes d'aprenentatge, per això l'educació s'ha d'aconseguir adaptar-la en tots els casos.

A l'annex I s'explica un mètode molt utilitzat perquè els infants aprenguin d'una manera pràctica, anomenat Mètode Montessori.

3.2 Materials didàctics

En els ambients educatius, s'han creat recursos amb l'objectiu de potenciar i afavorir l'educació denominats materials didàctics. Aquests utilitzen unes metodologies per aconseguir un aprenentatge lúdic i pràctic, essent una eina pels docents en les aules. En utilitzar els materials didàctics com una eina d'aprenentatge, es potencia l'aprenentatge pràctic que permet que els nens descobreixin i investiguin utilitzant aspectes que els caracteritzen, com per exemple la intuïció o la curiositat per descobrir coses noves.

3.2.1 Caixes d'aprenentatge

Vull destacar un nou terme que s'ha incorporat recentment per expressar un material didàctic amb l'objectiu de què cada alumne/a realitzi l'aprenentatge de manera autònoma i adaptada al seu ritme i a les seves necessitats. Això són caixes d'aprenentatge, que solen incorporar unes activitats pràctiques que normalment van acompanyades de material de suport digital per ajudar a aconseguir els objectius d'aquestes activitats. Els continguts que es treballa a cada caixa són sobre un tema principal que engloba competències varies, on sovint es relacionen amb la creativitat o el concepte de les sigles STEAM.

Aquestes caixes d'aprenentatge tenen una metodologia marcada per aconseguir un aprenentatge:

- **Avaluació inicial.** En un inici es fa una avaluació inicial per saber el nivell de coneixements sobre el tema, o també es pot complementar amb una activitat inicial explicant els conceptes bàsics, per poder partir des de la mateixa base.
- **Realització de l'activitat de la caixa.** Després de l'avaluació inicial, els alumnes de manera autònoma, ja comencen a realitzar les activitats proposades per cada caixa.
- **Activitats finals.** Finalment, per comprovar l'aprenentatge adquirit a partir d'aquest material didàctic, es fan unes activitats finals avaluant el coneixement adquirit.

Les tasques de les caixes d'aprenentatge també es poden adaptar al nivell de cada alumne, és per això que sovint es classifiquen segons la dificultat, o fins i tot es creen caixes d'ampliació per aquells alumnes que volen anar més enllà.

Cada vegada més, a causa de la incorporació de les noves tecnologies, es creen més materials didàctics relacionats amb la tecnologia i la robòtica. S'ha creat el terme de robòtica educativa per parlar de l'educació en la qual els estudiants comencen a treballar amb la robòtica i la programació en edats primerenques. Aquest concepte s'engloba dins de la temàtica STEAM, és per això que aporta tots els seus avantatges. Al l'annex II es mostra una anàlisi d'alguns dels materials didàctics ja existents, i unes conclusions extretes després de posar-los en pràctica amb diferents infants d'edats d'entre set i deu anys.

4. QUÈ ÉS L'STEAM

Les sigles STEM provenen de l'anglès, i es refereixen a ciència, tecnologia, enginyeria i matemàtiques (science, technology, engineering, mathematics), tot i que durant els últims anys, s'ha afegit la lletra "a" a aquesta sigla, per parlar també d'arts. Per tant, quan parlem d'STEAM, ens referim a la integració de continguts multidisciplinaris que aprofita els punts en comú i les semblances de les cinc disciplines acadèmiques, creant solucions de problemes i situacions de la vida quotidiana.

Cada una d'aquestes matèries, permet desenvolupar diferents habilitats. Per començar, a partir de la ciència obtenim la capacitat d'observació i l'ús del mètode científic. La tecnologia ens ajuda amb l'aprenentatge i l'ús de les eines adaptades en l'actualitat, on la robòtica i la programació cada vegada estan més presents. Quant a l'enginyeria, ens referim a la capacitat de construcció, i totes aquestes eines que utilitzem per a poder solucionar correctament les dificultats que ens trobem. Les matemàtiques ens aporten un altre punt de vista per resoldre els problemes d'una manera lògica i interpretar de diferents maneres els problemes, on es poden arribar a solucionar fins i tot amb fórmules matemàtiques. Finalment, les arts ens permeten crear de manera lliure i creativa el projecte que s'està desenvolupant.

4.1 L'educació i l'STEAM

L'origen de l'enfocament d'educació i STEAM va començar a ser designat per la National Science Foundation (NSF) a la dècada dels noranta, on l'educació tradicional va portar a intentar buscar un nou moviment educatiu on els alumnes poguessin tenir un coneixement i una preparació relacionada amb les noves tecnologies. Aquest model educatiu STEAM cada vegada és més utilitzat a l'educació perquè proporciona activitats educatives per a nens que gràcies a la ciència, la tecnologia, l'enginyeria, l'art i les matemàtiques, els infants adquireixin un nou coneixement. La principal causa d'aquest fet és que l'STEAM afavoreix el desenvolupament de les habilitats dels nens, i per tant facilita el seu aprenentatge sobretot per la curiositat innata que tenen els nens per observar i explorar el món que ens envolta.

Aquest mètode educatiu, a part d'aportar avantatges relacionats amb cadascuna de les cinc assignatures, també aporta avantatges a l'hora de treballar amb els alumnes:

- Fonamenta la iniciativa dels nens perquè partir del procés, troben habilitats per poder afrontar més fàcilment els problemes, i per tant tenir la iniciativa de resoldre'ls fàcilment.

- Utilitzar l'educació i l'STEAM, afavoreix la comunicació, la col·laboració i el treball en equip per acabar aconseguint tots junts l'objectiu de l'activitat proposada.
- Comencen a aprendre recursos digitals que poden acabar de desenvolupar posteriorment.
- Afavoreix l'aprenentatge a partir d'activitats pràctiques, aprenent de l'experiència i, per tant, dels errors comesos anteriorment.
- Desenvolupa el sentit crític dels nens, on a partir de l'observació, aprenen a analitzar i avaluar la seva feina feta.

A partir d'aquesta proposta han aparegut alguns programes amb objectius pedagògics, i que a més estan relacionats amb aquesta educació que fonamenta l'educació STEAM. AulaPlaneta n'és un exemple, on l'empresa *Grupo Planeta* ha creat una àrea per impulsar solucions i projectes digitals per millorar l'aprenentatge de l'ésser humà.

Però a part d'aquests programes en línia, també cal destacar l'empresa LEGO™ que va afegir el terme STEAM creant *LEGO Education*, una organització amb finalitat educativa destinada a les escoles, on ja fa més de quaranta anys que fonamenten l'experimentació i l'aplicació del coneixement STEAM per resoldre problemes del món real.

També vull destacar la metodologia Tinkering perquè està basada en la ciència, la tecnologia i l'art, i són algunes de les matèries que es parla a la metodologia STEAM. La metodologia Tinkering va sorgir com a branca dels moviments “makers” i “do it yourself” a Exploratorium, el museu de ciències, tecnologia i arts de San Francisco, Califòrnia, tot i que ràpidament es va estendre als centres educatius d'Europa. Mitchel Resnick i Eric Rosenbaum, en el seu article “Designing for Tinkerability” descriuen el concepte Tinkering com un estil de treball que busca una metodologia lúdica i experimental per resoldre problemes a partir d'idees, i sobretot a partir de la creació amb les pròpies mans del projecte desitjat. Tot i això, no tothom té la mateixa percepció d'aquest concepte perquè en algunes ocasions es relaciona el concepte Tinkering amb un procés desordenat, sense haver plantejat res amb antelació, i que a partir de les idees es vagi pensant i desenvolupant el projecte.

5. MÀQUINES, MECANISMES, PNEUMÀTICA I APLICACIÓ A LA VIDA REAL

En el següent apartat, faré una breu introducció del funcionament de diverses màquines i mecanismes posant exemples de les aplicacions que poden tenir a la vida real per després poder-los desenvolupar a les caixes d'aprenentatge creades a la part pràctica.

Primer cal entendre la diferència entre les màquines i els mecanismes. Un mecanisme està format per un conjunt d'elements connectats entre si amb l'objectiu de transmetre moviments, forces i velocitats d'una màquina. Per tant, una màquina és un sistema format per mecanismes que porten a terme una tasca determinada per realitzar un treball o aconseguir una transformació d'energia.

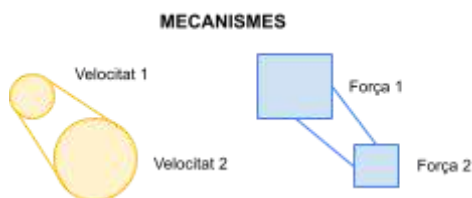


Figura 1: Esquema de la definició de mecanismes
(FONT. Elaboració pròpia.)



Figura 2: Esquema de la definició de màquines
(FONT. Elaboració pròpia.)

Per explicar el que es treballarà en el projecte, dividiré els conceptes en tres grans blocs:

- Màquines simples
- Mecanismes de transmissió i transformació del moviment
- Pneumàtica

5.1 Màquines simples

Les màquines simples són dispositius senzills normalment formats per un sol element, essent la base per la construcció d'altres màquines. L'objectiu de les màquines simples és disminuir, augmentar o transformar la força que es realitza inicialment per vèncer la força resultant. Aquesta capacitat s'anomena avantatge mecànic que es defineix com la relació entre la força final i la força inicial quan aconsegueix superar la resistència.

Matemàticament, s'expressa: $i = \frac{\text{Força final}}{\text{Força inicial}}$, i no té unitats perquè és una proporció.

Tot i que s'han considerat diferents màquines simples, pel meu treball de recerca em centraré en les fonamentals:

- La palanca
- El torn
- La politja
- La roda
- El pla inclinat

5.1.1 La palanca

La palanca és una màquina simple formada per una barra rígida que es recolza a un punt de suport o fulcre. És important la posició del fulcre perquè com menys distància hi hagi entre el punt de suport i la càrrega, i per tant més distància hi hagi entre el fulcre i el punt d'aplicació de la força, menys força motriu s'haurà d'aplicar al mecanisme. Això es pot definir amb la fórmula: $F \cdot d_1 = R \cdot d_2$.

(F: força, R: resistència, d_1 = distància de la força al fulcre, d_2 = distància de la resistència al fulcre)

Alguns exemples de la utilització de les palanques a la vida quotidiana, són les tisores, les pinces, el trencanous, els balancins...

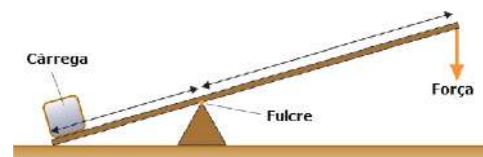


Figura 3: Palanca.⁶

5.1.2 La roda

La roda és una peça circular que gira al voltant de l'eix que hi ha al centre. Una de les primeres aplicacions i de les més importants de la roda són en els transports, per poder desplaçar-se, com per exemple en els cotxes, a les bicicletes, als patins...



Figura 4: Roda.⁷

5.1.3 El torn

El torn és una màquina simple formada per un cilindre sostingut pels extrems, unit a una maneta que permet fer girar el cilindre on s'enrotlla una corda o cable en què se suspèn la càrrega. Cal destacar que com més llarg sigui el braç de la maneta, menys força motriu s'haurà d'exercir. Aquesta màquina està destinada bàsicament a l'elevació de càrregues, i la seva aplicació més habitual és per elevar càrregues a diferents nivells.

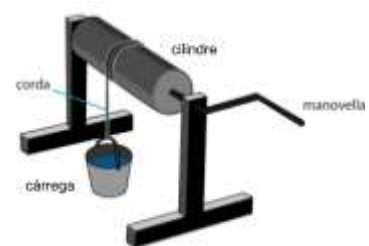


Figura 5: Torn.⁸

⁶ FONT. BP, Maria [En línia], 2016.

⁷ FONT. Can Aica [En línia], 2023.

⁸ FONT. Aula Z [En línia], 2023.

5.1.4 El pla inclinat

El pla inclinat és una superfície plana que forma un angle agut (menor de 90°) respecte a l'horitzontal, amb l'objectiu d'elevat objectes a una certa altura. En augmentar el recorregut que cal fer per elevar una càrrega, cal aplicar menys força de la que caldria si ho elevéssim verticalment. El pla inclinat s'utilitza molt en forma de rampa per carregar i descarregar mercaderies en camions, vaixells i avions.



Figura 6: Pla inclinat.⁹

5.1.5 La politja

Una politja està formada per una roda que gira al voltant d'un eix central i que té un canal en la part exterior per poder passar un cable, una corda o una corretja per aconseguir transmetre moviment.

La politja pot tenir la funció de pujar o baixar càrregues, aconseguint un canvi de sentit o de direcció, amb l'avantatge de poder pujar la càrrega fent força cap a baix, que sempre és més fàcil que realitzar la força en qualsevol altra direcció. Tot i això, la màquina no aporta cap avantatge mecànic, només aporta comoditat a l'hora de manipular les càrregues. La combinació de politges fixes (punt de suport de la politja sempre es troba al mateix lloc), i mòbils (el punt de suport varia) per elevar o abaixar les càrregues s'anomena polispast. En aquest cas sí que s'aconsegueix un avantatge mecànic perquè la força que necessites per pujar la càrrega és igual a la resistència dividida entre dues vegades el nombre de politges mòbils que forma el polispast. Això es pot transformar en la fórmula: $F = \frac{R}{2n}$ on:

- F = força o esforç que es realitza
- R = resistència o càrrega que es vol elevar
- n = nombre de politges mòbils

Per tant, s'aconsegueix realitzar menys esforç segons el nombre de politges mòbils que tingui el polispast.

Un exemple de politja fixa és la corriola que s'instal·la en els pous d'aigua per poder pujar i baixar els cubells d'aigua.

⁹ FONT. Porcel, Miquel [En línia], 2018.

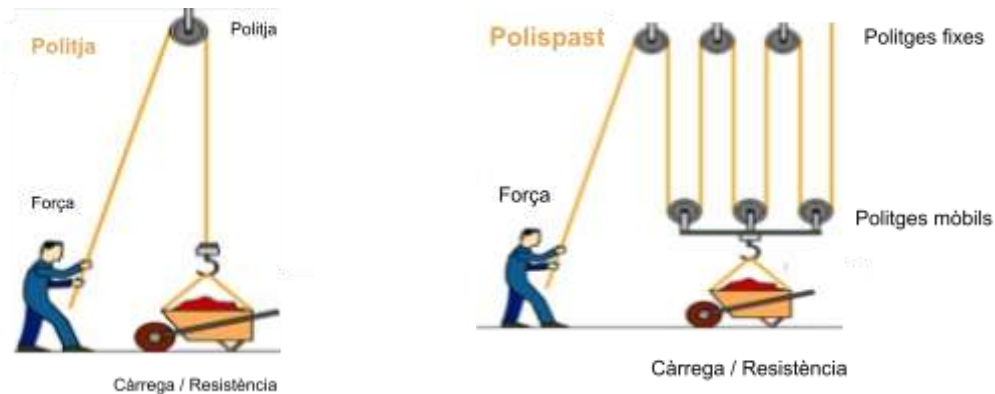


Figura 7: Polijà i polispast.¹⁰

A part d'aquest funcionament, si connectem dues polites entre elles, també aconseguim transmetre moviment a una certa distància. En aquest cas trobem una polija anomenada d'entrada o motriu, que impulsa la polija de sortida que es mou a causa de la unió de les dues polites a partir de la corretja o de la corda. Una característica que cal destacar d'aquesta funció és que les dues polites giren cap al mateix sentit, tot i que es pot aconseguir que girin en sentit contrari creuant la corretja. Un avantatge que presenta aquest mecanisme respecte a la transmissió del moviment d'altres mecanismes, és que tenen un funcionament silenciós i permeten absorbir xocs en la transmissió a causa de l'elasticitat de la corretja, a diferència dels engranatges.

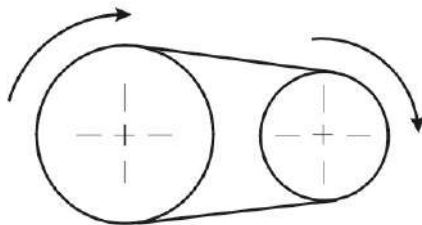


Figura 8: Transmissió de moviment cap a la mateixa direcció a partir de polites.¹¹

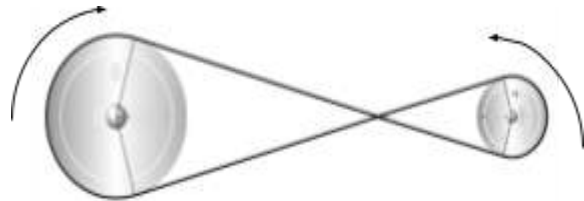


Figura 9: Transmissió de moviment cap a diferents direccions a partir de polites.¹²

¹⁰ FONT. Ticesum [En línia], 2018.

¹¹ FONT. Ticesum [En línia], 2018.

¹² FONT. TeXample [En línia], 2020

5.2 Mecanismes de transmissió i transformació del moviment

Algunes de les màquines simples de les quals hem parlat anteriorment, tenen la funció de transmetre moviment com per exemple, el torn o la politja que mouen un objecte des d'una posició inicial fins a una final. Tot i aquestes màquines simples, els següents mecanismes també tenen la funció de transmetre i transformar moviment, i són els quals ens centrarem a parlar en aquest apartat:

- Els engranatges
- Engranatges de cadena
- Caragol o vis sense fi
- Pinyó-cremallera

5.2.1 Els engranatges

L'engranatge és una roda dentada connectada a un eix que s'uneix a una altra roda dentada intercalant les dents, de manera que cada dent d'una roda n'empeny una de l'altre, obligant a girar el mecanisme i transmeten el moviment circular. Per tant, en aquest mecanisme trobem una roda dentada que empeny anomenada engranatge motriu o d'entrada, i l'engranatge conductor o de sortida, que és la roda dentada que rep el moviment aconseguint finalment transmetre moviment circular entre els dos eixos. Aquest mecanisme és molt semblant a la politja, tot i que cal tenir en compte que en la transmissió dels engranatges, un sempre gira en sentit contrari a la roda dentada que engrana. En el cas que el mecanisme de l'engranatge estigui format per més de dues dents dentades, s'anomena tren d'engranatges.

A partir dels engranatges, també es relacionen el canvi de velocitat i de força d'entrada i de sortida (dues magnituds que en aquest cas són inversament proporcionals) depenen de les dents de cada roda dentada.

- **Sistemes d'engranatges reductors:** En aquest cas, l'engranatge motriu és més petit que l'engranatge conductor, provocant així més força, però, per tant, menys velocitat.
- **Sistemes d'engranatges ampliadors o multiplicadors:** En aquest cas, aconseguim més velocitat, però, en conseqüència, menys força quan l'engranatge motriu és més gran que l'engranatge conductor.
- **Sistemes d'engranatges d'iguals:** Quan no hi ha un sistema d'engranatges reductors ni ampliadors, hi ha un sistema d'engranatges d'iguals, és a dir, la velocitat i la força d'entrada no canvia respecte a la de sortida.

També es pot fer un càlcul de la relació de transmissió (i) per saber en quin dels tres casos ens trobem. Per fer-ho cal calcular la relació de transmissió a partir de la velocitat angular, el nombre de dents o el parell. En el cas que la relació de transmissió sigui 1, es tracta d'un

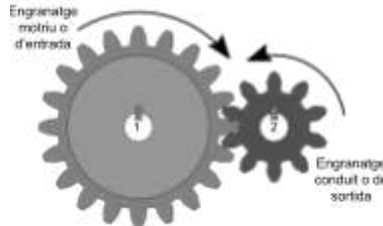
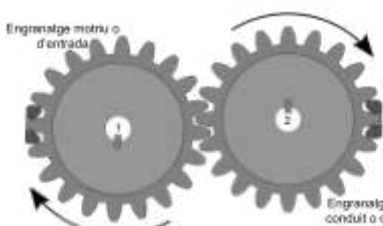
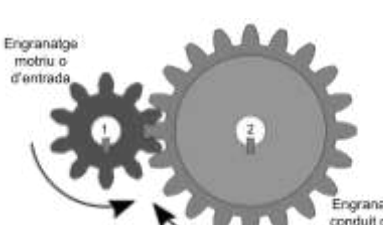
sistema d'engranatges d'iguals. Quan la relació de transmissió és més petita que 1, és un sistema d'engranatges reductors. Si la relació de transmissió és més gran que 1, es tracta d'un sistema d'engranatges ampliadors.

$$i = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{z_1}{z_2} = \frac{\Gamma_1}{\Gamma_2}$$

Les magnituds que tenen un 1 significa que són dades de l'engranatge motriu o d'entrada, en canvi, les magnituds que tenen un 2 són dades de l'engranatge conduït o de sortida.

- i = relació de transmissió (adimensional)
- ω = velocitat angular (rad/s)
- z = nombre de dents
- Γ = parell¹³ (N/m)

En el següent quadre es mostra un resum dels possibles sistemes d'engranatges que he acabat d'explicar.

Sistema d'engranatges	Posició dels engranatges	Relació de transmissió
Amplificador o multiplicador	 Figura 10: Transmissió ampliadora. (FONT. Elaboració pròpia.)	$i > 1$
Iguals	 Figura 11: Transmissió d'iguals. (FONT. Elaboració pròpia.)	$i = 1$
Reductor	 Figura 12: Transmissió reductora. (FONT. Elaboració pròpia.)	$i < 1$

¹³ Parell: és la força per la distància mínima entre la línia d'acció de la força i el punt d'aplicació.

Quant a l'aplicació dels engranatges, s'utilitzen en centrals elèctriques, mecanismes de transports terrestres i marítims, en l'aeronàutica... Alguns exemples d'utilització poden ser en trepants, la caixa de canvis d'un cotxe o rentadores.

5.2.2 Engranatges de cadena

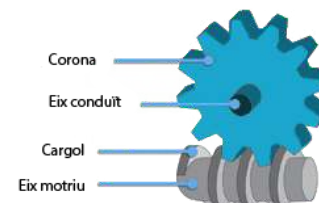
Els engranatges de cadena, tenen el mateix objectiu que els engranatges explicats anteriorment, l'única diferència és que en comptes d'estar un al costat de l'altre en contacte directe, s'utilitza una cadena per connectar-los. La cadena, està formada per una successió de peces unides entre si aconseguint la longitud necessària per connectar els dos engranatges. Un exemple de la utilització dels engranatges de cadena és a les bicicletes, on es connecta el pedal on es genera la força fins al pinyó que impulsa la roda.



Figura 13:
Engranatges de
cadena.¹⁴

5.2.3 Caragol sense fi

El caragol sense fi o també anomenat vis sense fi, està format per un caragol que no té l'objectiu de subjectar o unir, tal com utilitzem aquest objecte normalment, sinó que té la finalitat de transmetre moviment. Per fer-ho, aquest caragol està dissenyat perquè sigui capaç de girar indefinidament, i per tant quan el connectem a un engranatge, es transmet el moviment entre els dos eixos. Les principals aplicacions d'aquest mecanisme són en els sistemes de direcció d'un vehicle o a portes automàtiques.



**Figura 14: Caragol
sense fi.¹⁵**

5.2.4 Pinyó-cremallera

El mecanisme pinyó-cremallera és un tipus d'engranatges format per l'anomenada cremallera que és una barra amb dents, que engrana amb una roda dentada. Amb aquest mecanisme aconseguim transformar el moviment circular de la roda dentada al moviment rectilini de la cremallera o a l'inrevés. Alguns exemples de les aplicacions del mecanisme pinyó-cremallera pot ser la porta d'un garatge, en sistemes de direcció dels vehicles, entre d'altres.

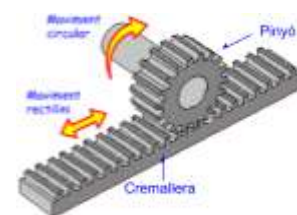


Figura 15:
Mecanisme
pinyó-cremallera.¹⁶

¹⁴ FONT. Shutterstock [En línia], 2023.

¹⁵ FONT. MNATC [En línia], 2021.

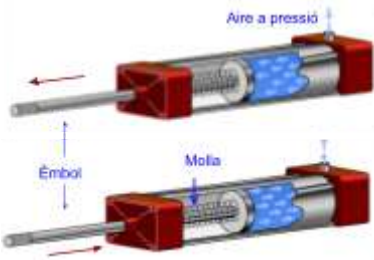
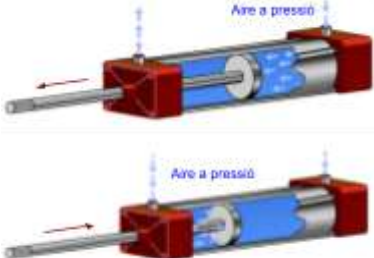
¹⁶ FONT. Ticesum [En línia], 2018.

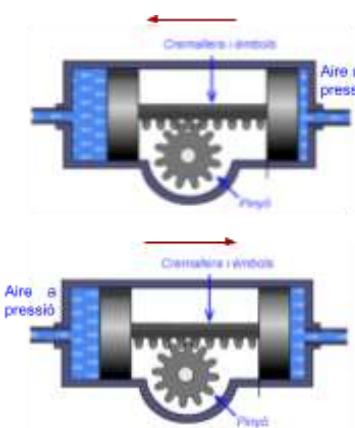
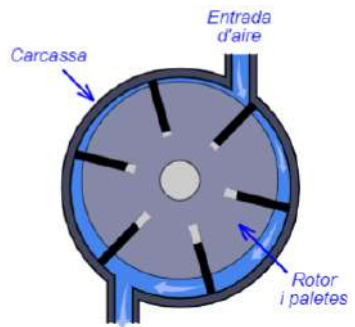
5.3. Pneumàtica

La pneumàtica és la part de la tecnologia que utilitza l'aire comprimit per produir moviment. El funcionament d'aquest mecanisme es basa en el concepte d'introduir aire a pressió a l'interior d'un recipient, perquè aquest s'extengui i produeixi moviment.

Per crear un circuit de pneumàtica, cal crear un circuit tancat per on passi l'aire, col·locar-hi els components que es volen utilitzar, i situar els components necessaris per garantir la seguretat del sistema:

- **Compressor:** és una bomba d'aire accionada per un motor elèctric amb la finalitat de produir l'aire a pressió que s'utilitzarà al circuit de pneumàtica.
- **Dipòsit o acumulador:** acumula l'aire generat amb el compressor. Gràcies a aquest acumulador, el compressor no ha d'estar sempre en funcionament, només quan la pressió del dipòsit baixa.
- **Actuadors pneumàtics:** són els components del circuit que tenen la funció de transformar l'energia de l'aire comprimit provinent del compressor en treball mecànic. Hi ha diversos tipus d'actuadors que aconseguixen diferents tipus de moviment:

Actuador	Explicació	Moviment	Fotografia
Cilindres d'efecte simple	Aquest cilindre només té una entrada d'aire que fa que l'èmbol es mogui. Per aconseguir el retorn de l'èmbol, es fa a partir de la molla que hi ha a l'interior del cilindre.	Lineal	 Figura 16: Cilindre d'efecte simple.¹⁷
Cilindre d'efecte doble	A diferència de l'anterior actuador, aquest té dues entrades d'aire, i per tant depenen del costat per on entra l'aire, l'èmbol va cap a una direcció o cap a una altra.	Lineal	 Figura 17: Cilindre d'efecte doble.¹⁷

Cilindre rotatiu	Està format per dues entrades d'aire, que permeten moure el sistema cap a qualsevol costat com en el cas anterior. Quan entra l'aire, es mou la cremallera que hi ha dins el cilindre, i per tant també el pinyó que està unit a aquesta.	Circular	 Figura 18: Cilindre rotatiu.¹⁷
Motor pneumàtic	Hi ha diferents tipus de motors pneumàtics, però els més utilitzats són els motors de paletes. Aquests estan formats per un rotor descentrat respecte a la carcassa que l'envolta, amb unes paletes que en xocar amb l'aire provoquen el moviment del rotor.	Circular	 Figura 19: Motor pneumàtic.¹⁷

- **Vàlvules:** hi ha diferents tipus de vàlvules, però totes tenen la funció de controlar. Per exemple, les vàlvules distribuïdores controlen el lloc que volen enviar l'aire, en canvi, les vàlvules reguladores controlen i regulen el cabal d'aire.
- **Unitats de manteniment:** per assegurar que la instal·lació pneumàtica funcioni correctament, es col·loquen les unitats de manteniment en el circuit, formades per:
 - El filtre evita el pas de certes partícules que de vegades porta l'aire.
 - El manòmetre regula la pressió del circuit, i per tant evita que la pressió augmenti, controlant una pressió constant.
 - El lubricador introdueix unes gotes d'oli a l'aire, per evitar l'oxidació de les parts metàl·liques del circuit i també engrèixar les peces mòbils aportant una millora en el seu funcionament.

¹⁷ FONT. Tecno12-18 [En línia], 2015.

- **Conductors:** són els elements que formen part del sistema pneumàtic i tenen la funció d'unir les diferents parts del circuit. Podem diferenciar dos conductors:
 - Les canonades pneumàtiques, són els cables a través dels quals passa i es distribueix l'aire a pressió. Poden estar fabricades amb materials com l'acer, el llautó, el plàstic o el cautxú.
 - El connector o ràcord és la peça que ens permet unir dos o més canonades pneumàtiques.

A la indústria la pneumàtica es pot controlar de manera manual o a través d'un procés automàtic. Aquests sistemes en aquest àmbit tenen moltes aplicacions:

- A l'automatització, per a fer tasques repetitives com per classificar o etiquetar caixes.
- Per controlar la direcció i el moviment de les màquines.
- En molts equips de manipulació de materials.

A part de la indústria la pneumàtica també té moltes aplicacions a la vida quotidiana, com en l'obertura o tancament de les portes del transport públic, o en el fre d'alguns vehicles.

5.3.1 Hidràulica

Els sistemes hidràulics són molts semblants als sistemes pneumàtics explicats anteriorment, ja que utilitzen els mateixos components. La principal diferència és que en comptes d'utilitzar l'aire comprimit per realitzar la força, els sistemes hidràulics utilitzen l'oli hidràulic, un líquid extret del petroli. Al ser un líquid, aquest no es comprimeix, i això provoca avantatges i inconvenients respecte a la pneumàtica.

Avantatges del sistema hidràulic	Inconvenients del sistema hidràulic
- Pot multiplicar la força, ja que el sistema funciona com una palanca. - Es poden aturar en qualsevol punt del recorregut. - Té una precisió mil·limètrica.	- Els components són més cars respecte als del sistema pneumàtic. - Cal més manteniment.

Gràcies a aquests avantatges, els sistemes hidràulics també tenen moltes aplicacions en les indústries, com per exemple:

- Premsa hidràulica gràcies a la seva força.
- Ús dels cilindres hidràulics en les grues, perquè es poden aturar en qualsevol punt, i a més tenen molta força.
- Maquinària industrial que necessiten realitzar moviments amb precisió, com per exemple els braços robòtics utilitzats en la fabricació de cotxes.

6. RECURSOS UTILITZAT PER REALITZAR EL TREBALL

En aquest apartat, s'exposen els programes, els components elèctrics i electrònics utilitzats per desenvolupar el projecte.

6.1 Programes utilitzats

Per poder desenvolupar el projecte, he hagut d'utilitzar els següents programes:

6.1.1 LightBurn

LightBurn és un programari utilitzat per dissenyar i controlar tota mena d'impressores làser. En el meu cas he utilitzat aquest programa per dissenyar les peces de fusta necessàries per crear les caixes d'aprenentatge, que s'imprimiran i es tallaran amb la impressora làser explicada a l'apartat III d'annexos.

6.1.2 LibreCAD

LibreCAD és una aplicació gratuïta que s'utilitza per a la creació de dissenys 2D. Jo he utilitzat aquest recurs després de crear les peces amb LightBurn, ja que a partir d'aquests dissenys he afegit les cotes per crear els plànols de les peces finals.

6.1.3 Adobe Premiere

Aquest programa forma part de Adobe Creative Suite, un conjunt d'aplicacions de disseny gràfic desenvolupat per Adobe Systems. En aquest cas, Adobe Premiere està destinat a l'edició de vídeos, i per tant he utilitzat aquest programa per crear i editar tots els vídeos que he realitzat.

6.1.4 Canva

Canva és una pàgina web destinada a l'edició i la composició d'imatges, que permet crear molts documents, com per exemple documents, presentacions, currículums, cartells, infografies, entre d'altres. En el meu cas, he utilitzat aquest recurs per crear les instruccions de les caixes d'aprenentatge i les activitats finals.

6.1.5 Google Sites

El Google Sites és una eina de Google que permet crear llocs web i compartir-los amb diverses persones. En el meu cas, he utilitzat el Google Sites per fer un recull de tots els recursos que he creat per a cada caixa d'aprenentatge en una pàgina web.

6.2 Electricitat i electrònica

A part dels programes necessaris per desenvolupar el treball, totes les caixes d'aprenentatge contenen electrònica per poder aconseguir moviment als mecanismes construïts, i així poder fer que els nens puguin aprendre a desenvolupar programes senzills. En un inici, volia que les caixes incorporessin una placa Arduino, tot i que després vaig decidir utilitzar la placa Micro:Bit, ja que és més accessible per a tothom, i es poden crear programes complexos a través d'una plataforma en línia accessible per a tothom.

6.2.1 Què és la placa Micro:Bit

La placa Micro:Bit, és una targeta programable, dissenyada amb l'objectiu de crear un recurs educatiu fàcil d'utilitzar, i que pugui arribar a l'abast de tothom. Aquesta placa es pot programar amb un editor gràfic anomenat *MakeCode*, de Microsoft, un editor gratis en línia, que permet programar amb un llenguatge visual (blocs), amb llenguatges de programació com JavaScript, Python, o fins i tot amb Scratch si s'afegeix una extensió. A l'annex IV es pot trobar més informació d'aquesta placa, amb imatges de tots els components explicats a continuació.

6.2.4 Sensors que incorpora la placa

Els sensors són uns dispositius que ens permeten detectar circumstàncies de l'entorn i respondre amb conseqüència. Aquests aparells poden transformar les magnituds físiques o químiques en magnituds elèctriques. Els sensors que té la placa micro:Bit són:

- Un sensor nou que incorpora la placa Micro:Bit, és un micròfon capaç de reconèixer sorolls i mesurar la seva intensitat. Per saber si aquest sensor està encès, es pot reconèixer a partir del llum vermell que apareix en la icona del micròfon a la part de davant de la placa. A la part esquerra del dibuix, hi ha un petit forat, que és el lloc per on entra el soroll, fins a la part de darrere de la placa, on es troba el sensor per reconèixer'l.
- Aquesta placa també incorpora un acceleròmetre, que detecta els canvis de velocitat que pateix la placa.
- Sensor de temperatura: Dins del processador, la placa incorpora un sensor de temperatura, que tal com indica el nom és capaç de mesurar la temperatura de l'aire.
- El sensor de llum està situat a la matriu de 25 leds, i tal com indica el nom, detecta la quantitat de llum ambiental.
- La Micro:Bit també incorpora una brúixola, situat al mateix lloc que l'acceleròmetre, que mesura les forces dels camps magnètics en tres dimensions, per ser capaç de situar el nord.

6.2.5 Actuadors que incorpora la placa

Els actuadors són els components que ens permeten tenir contacte amb l'entorn, a diferència d'un sensor que capta la informació perquè la placa la processi. Els actuadors que la placa incorpora són:

- A la part de davant de la Micro:Bit, hi ha dos botons que s'anomenen A i B, i que es poden programar separats, o junts, perquè realitzin alguna acció que es programi.
- Una novetat de la Micro:Bit de la segona versió, és un botó tàctil en prémer el logotip de la marca, que pot ser programat amb l'objectiu que realitzi alguna acció.
- Davant de la placa, hi ha 25 leds col·locats en una quadrícula de 5x5, capaços de mostrar imatges, números, o paraules.
- Aquests LEDs, també poden actuar com a sensors de llum, tal com he explicat anteriorment, o també poden tenir la funció de LEDs, per mostrar dibuixos, lletres, textos o petites animacions.
- El brunzidor està format per un electroimant que produeix un camp magnètic que fa vibrar una làmina d'acer, aconseguint convertir el corrent elèctric en so.

6.2.6 Altres components que incorpora la placa

A part dels sensors i actuadors explicats, la placa també incorpora altres components:

- El processador o també anomenat CPU, és l'encarregat de calcular i processar el programa fet, i recollir les dades dels sensors i per enviar-les als actuadors.
- A la part de darrere de la placa, trobem un altre botó amb el mateix aspecte que els dos botons anteriors, però aquest no es pot programar. Aquest ens permet obrir la Micro:Bit, o restablir la placa en el cas que hi hagi algun problema.
- A part dels 25 leds programables, la placa Micro:Bit també incorpora dos LEDs no programables. El LED groc situat a la part de darrere de la placa, s'il·lumina quan el programa s'està descarregant. Per altra banda, el LED vermell indica que la placa s'està alimentant d'energia, ja sigui a través d'una bateria, o a través d'un dispositiu.
- A la part inferior de la placa, podem trobar els anomenats pins GPIO, que permeten connectar altres sensors per tal de tenir més possibilitats de sensors. Per connectar els sensors en els pins es pot fer a partir d'uns cables especials, o connectant la placa a altres plaques d'extensió.
- Finalment, el pin que ens trobem a la part de la dreta que a la placa s'indica amb les lletres GND, que venen de la paraula anglès "ground", que significa terra. La funció d'aquest pin és tancar els circuits. És a dir, quan s'utilitzen components externs, a part d'estar connectat a un altre pin de la placa, també s'ha de connectar al pin GND per assegurar que el circuit funcioni correctament.

7. DESENVOLUPAMENT DEL PROJECTE

A partir dels coneixements obtinguts anteriorment, el problema que m'he plantejat és desenvolupar tres caixes d'aprenentatge amb la seva metodologia corresponent, per crear un material didàctic pels infants que els ajudi a entendre els conceptes bàsics de les màquines simples, els mecanismes de transmissió i transformació del moviment i la pneumàtica.

7.1 Metodologia emprada per realitzar cada caixa

Després de decidir desenvolupar les caixes d'aprenentatge per millorar els coneixements dels nens sobre les màquines i mecanismes més rellevants, he decidit crear tres caixes dividides en tres grans conceptes:

- Màquines simples
- Mecanismes de transmissió i transformació del moviment
- Pneumàtica

Un cop decidit quins mecanismes es tracten en cada caixa, he decidit relacionar-les totes elles en un mateix tema que estigui relacionat amb l'STEAM, per treballar la ciència, la tecnologia, l'enginyeria, les arts i les matemàtiques i tots els avantatges que aporta aplicar-ho a l'educació. El tema que he escollit és una ciutat on hi ha molts espais diferents que em permeten treballar tots els aspectes de l'STEAM i relacionar-ho amb diferents mecanismes. També, he decidit afegir a cada caixa una placa Micro:Bit, i algun sensor o actuator que es pugui programar, per poder treballar la robòtica educativa i tots els avantatges que té.

Tot i això, després d'analitzar els diferents materials didàctics que actualment existeixen pels infants, em preocupa el preu final que poden tenir les caixes d'aprenentatge desenvolupades, perquè un cop vist el preu dels altres materials didàctics m'agradaria assolir un nou objectiu: aconseguir que el material didàctic no tingui un preu elevat, perquè sigui assequible per a més gent.

En tenir clar el tema del material didàctic i els objectius que es volen assolir amb aquest projecte, ja puc començar a construir les caixes d'aprenentatge, tot i que abans de crear les caixes d'aprenentatge, he creat un vídeo introductori per introduir la placa Micro:Bit i la plataforma necessària per programar-la. Després, he seguit la mateixa metodologia per crear les tres caixes d'aprenentatge:

1. Primer he establert els conceptes bàsics que cal adquirir abans de començar a realitzar les activitats de les caixes d'aprenentatge. Per fer-ho, he creat un vídeo introductori per cada una de les caixes.
2. A continuació he pensat com implementar cada mecanisme a una ciutat afegint-li una part amb la placa Micro:Bit.
3. Seguidament, he creat una maqueta amb cartó, de les peces que han de ser impreses a partir de la impressora làser, per saber la mida i la forma que han de tenir.
4. Després, he dibuixat esbossos amb les mides de totes les peces necessàries.
5. A partir de les peces creades amb els esbossos he dissenyat totes les peces que s'han de crear amb el programa LightBurn, i les he imprès amb la impressora làser.
6. Després, he muntat la caixa amb tots els materials necessaris, per comprovar el seu funcionament.
7. Seguidament, he creat les instruccions de cada caixa d'aprenentatge fent fotografies de tots els passos que cal seguir.
8. A continuació, he creat un petit vídeo, explicant com programar els components utilitzats amb la placa Micro:Bit.
9. Finalment, he creat una activitat final per analitzar els resultats obtinguts.

Per reunir tots els recursos de les caixes d'aprenentatge, després de crear el material didàctic també he decidit dissenyar una web per poder aconseguir tots els vídeos i les instruccions necessàries fàcilment.

Per acabar, he posat a prova el material amb infants, i he analitzat els resultats obtinguts.

A continuació, s'explica el procés de construcció de cada una de les caixes amb tots els components que incorporen.

7.2 Caixa d'aprenentatge I

L'objectiu d'aquesta primera caixa d'aprenentatge és poder treballar i entendre com funcionen les màquines simples. En obrir aquesta caixa representa un parc en el qual es poden muntar totes les màquines simples.

7.2.1 Procés de construcció

A continuació s'expliquen els passos seguits per desenvolupar aquesta caixa d'aprenentatge, que corresponen amb els punts de la metodologia explicada per desenvolupar cada caixa.

Pas 1: Creació d'un vídeo explicatiu per assolir i així partir des dels mateixos coneixements. Els coneixements que es volen assolir amb aquest vídeo previ a l'ús de la caixa són:

- Saber identificar totes les màquines simples.
- Conèixer la funció de cada màquina simple.
- Saber les aplicacions pràctiques de les màquines simples que podem trobar a la vida quotidiana.

Pas 2: Decidir com implementar l'ús de la placa Micro:Bit.

En aquest cas, he intentat buscar una part d'una ciutat on apareguessin totes les màquines simples. És per això que he decidit muntar un parc que contingui una palanca per jugar, un pla inclinat en el tobogan, una roda com a joc complementari al tobogan, i un pou que es pugui pujar la càrrega a través d'un torn o d'una politja.

Per afegir la placa Micro:Bit, en aquesta primera caixa d'aprenentatge he decidit utilitzar-la com si fos un fanal, és a dir, quan no hi ha gaire il·luminació, que tota la matriu de LEDs s'encengui com si fos un llum.

Pas 3: Creació amb cartó de les peces que han de ser impreses.

En aquesta primera caixa d'aprenentatge, he muntat la torre del tobogan amb cartó, per poder saber quines mides han de tenir les altres màquines simples perquè quedin totes proporcionades. A l'annex V es pot trobar una imatge.

Pas 4: Esbossos amb les mides de les peces que han de ser impreses.

Els esbossos d'aquestes peces es poden trobar a l'annex V.

Pas 5: Creació de les peces amb LightBurn i impressió amb la impressora làser.

Després he creat les peces a través de LightBurn, i a l'annex V es pot veure el resultat.

Pas 6: Muntatge de la caixa d'aprenentatge.

A l'annex V hi ha algunes fotografies fetes durant el procés de muntatge.

- Després d'imprimir totes les peces necessàries per a aquesta caixa, he col·locat les xarneres per poder plegar la caixa. A més, a sobre de cada xarnera hi he afegit un tros de cinta adhesiva, per assegurar que no es desenganxi.
- Seguidament, he tallat diferents trossos dels llistons de fusta i li he enganxat el "velcro", per tal que la caixa es pugui mantenir plegada i tancada.
- Un cop muntada la caixa, he començat a muntar cada màquina simple. He començat muntant el tobogan, on he creat una escala a partir d'escuradents petits. Aquesta escala l'he volguda enganxar a terra, i al tobogan, és per això que abans de fer-ho he hagut de tallar una part de la torre perquè l'escala pogués estar a la mateixa alçada que la base. Després, he enganxat totes les torres del tobogan i l'escala a la caixa. Finalment, he enganxat la part que forma el pla inclinat a través d'una cinta adhesiva, però en adonar-me que quedava molt llarga, he tallat aquesta fusta uns centímetres.
- La següent màquina simple que he muntat ha estat la roda, que està situada a sota el tobogan. Per fer-ho, he tallat una palla a mida, representant l'eix en el qual la roda ha de girar, i després he col·locat la roda en aquesta palla.
- Seguidament, he enganxat l'estructura de la palanca a la caixa, i he tallat un tros del llistó de fusta rodó, perquè aquest eix sigues més resistent. En acabat, també he enganxat una fusta a la part de sota de la palanca, per poder unir aquesta màquina a l'estructura, i així permetre el moviment.
- A continuació, m'he centrat en la torre de la politja i el torn, on he hagut d'enganxar a dues torres d'aquestes màquines, un suport per poder subjectar la politja i el torn.
- Després, he realitzat el torn, on a partir del plàstic on normalment s'enrotlla el fil de cosir, l'he tallat, he enganxat una palla a la part central unida a una peça d'aquest plàstic per enrotllar el fil, i hi he enganxat un fil amb una palla a la part final per aconseguir representar que hi ha una càrrega en el torn.
- Per realitzar la politja en aquesta mateixa estructura, tal com he fet pel torn, he tallat un fil unint-lo a la part final a una palla per representar una càrrega. Després, he agafat una politja, on l'eix central és una palla de plàstic.
- L'últim element que he muntat en aquesta caixa d'aprenentatge ha sigut el banc, tallant dues palles en cinc trossos que arribessin de costat a costat del banc.
- Finalment, he col·locat cada màquina en una bossa diferent, per poder crear posteriorment les instruccions de manera més fàcil.

Pas 7.8.9: Creació de les instruccions de la caixa, el vídeo explicatiu de la programació i l'avaluació dels coneixements obtinguts.

Aquests últims tres passos es mostren a l'apartat V d'annexos.

7.2.2 Materials i pressupost necessari

A la taula que es mostra a continuació s'exposen els materials necessaris per a aquesta primera caixa d'aprenentatge, i el preu total de cada material i de la caixa final.

Unitats	Materials	Preu unitat (€) (sense IVA)	Preu total (€) (sense IVA)
6	Tauler de fusta 40x 40 x 0,3 cm	1	6
5	Xarneres	0,25	1,25
1	Caixa de "velcro"	3,86	3,86
1	Llistó de fusta rodó	1,09	1,09
1	Llistó de fusta rectangular	1,3	1,3
6	Bosses de plàstic	0,02	0,12
8	Escuradents curts	0,01	0,08
6	Palles de plàstic	0,1	0,6
1	Fil	0,4	0,4
1	Peça de plàstic on s'enrotlla el fil	0,25	0,25
1	Placa Micro:Bit, cable per connectar a l'ordinador i porta piles.	23,38	23,38
		TOTAL sense IVA	38,33
		IVA (21%)	8,04
		TOTAL inclòs IVA	46,37 €

Taula 1: Pressupost de la primera caixa d'aprenentatge.

7.3 Caixa d'aprenentatge II

L'objectiu d'aquesta segona caixa d'aprenentatge és entendre els mecanismes de transmissió del moviment que es poden aconseguir a partir dels engranatges. També es treballen les relacions de transmissió a partir d'engranatges de mides varies i els avantatges que això comporta en relació amb la força i la velocitat que s'assoleixen finalment.

7.3.1 Procés de construcció

A continuació s'exposa el procés de construcció de la segona caixa d'aprenentatge, que corresponen als passos prèviament explicats, on s'enumera la metodologia emprada pel desenvolupament de cada caixa.

Pas 1: Creació d'un vídeo explicatiu per assolir i així partir des dels mateixos coneixements.

En aquest vídeo es volen assolir els següents coneixements:

- Entendre i saber la forma d'un engranatge.
- Conèixer diferents maneres de connectar els engranatges per transmetre el moviment.
- Saber diferents aplicacions de la transmissió del moviment a partir dels engranatges a la vida real.

Pas 2: Decidir com implementar l'ús de la placa Micro:Bit.

En aquest cas, he decidit que la part de la ciutat del mecanisme de transmissió del moviment estigui en obres, per crear un elevador de tisores a partir del mecanisme pinyó-cremallera. A més, la roda dentada que està connectada a la cremallera, també té la possibilitat de connectar-se a una roda dentada més gran o a una més petita, per poder observar què passa en cada relació de transmissió.

Per implementar l'ús de la placa Micro:Bit en aquesta caixa, he decidit crear un senyal de precaució afegint-li un led extern de la placa.

Pas 3: Creació amb cartó de les peces que han de ser impreses.

En aquesta segona caixa d'aprenentatge, les peces que he hagut de crear amb cartó són les torres que subjecten els engranatges. A l'annex VI hi ha una imatge.

Pas 4: Esbossos amb les mides de les peces que han de ser impreses.

A l'annex VI es poden trobar els esbossos d'aquesta caixa.

Pas 5: Creació de les peces amb LightBurn i impressió amb la impressora làser.

A continuació, he creat les peces amb el programa LightBurn i les he imprès amb la impressora làser. Es poden veure els dissenys de les peces i fotografies del procés a l'annex VI.

Pas 6: Muntatge de la caixa d'aprenentatge.

A l'annex VI es mostren algunes fotos del procés de muntatge.

- Després d'imprimir totes les peces de fusta, he creat la caixa afegint-li cinc xarneres en les unions de les fustes que formaran la caixa. També les he reforçat amb cinta adhesiva.
- Seguidament, per crear l'elevador de tisores, he utilitzat vuit pals de gelats, fent tres forats a cada un, un a la part central, i un a cada extrem. Després, he unit amb escuradents quatre d'aquests vuit pals foradats per crear un costat de l'estructura, i els altres quatre de la mateixa manera per crear l'altre costat de l'estructura.
- Després, he unit tots els engranatges utilitzant com a eixos palles de plàstic. Per unir la part de dalt de l'elevador amb l'estructura de pals de gelat, he hagut de crear els següents eixos especials, enganxant palles de plàstic, amb escuradents.
- A continuació he creat el senyal d'alerta amb cartó, per afegir-li la placa Micro:Bit.
- Finalment, he comprovat el resultat obtingut.

Pas 7.8.9: Creació de les instruccions de la caixa, el vídeo explicatiu de la programació i l'avaluació dels coneixements obtinguts.

Aquests últims tres passos es mostren a l'annex VI.

7.3.2 Materials i pressupost necessari

A la següent taula es mostra els materials necessaris per fabricar aquesta caixa, i el preu que comporta crear-la.

Unitats	Materials	Preu unitat (€) (sense IVA)	Preu total (€) (sense IVA)
6	Tauler de fusta 40x 40 x 0,3 cm	1	6
5	Xarneres	0,25	1,25
1	Caixa de "velcro"	3,86	3,86
1	Llistó de fusta rodó	1,09	1,09
1	Llistó de fusta rectangular	1,3	1,3
6	Bosses de plàstic	0,02	0,12
12	Pals de gelat	0,1	1,2
12	Escuradents curts	0,01	0,12
13	Palles de plàstic	0,1	1,3
1	Goma de plàstic	0,01	0,01
1	Placa Micro:Bit, cable per connectar a l'ordinador i porta piles.	23,38	23,38
2	Leds	0,05	0,1
4	Cables de cocodril	0,5	2
		TOTAL sense IVA	41,98
		IVA (21%)	8,81
		TOTAL inclòs IVA	50,79 €

Taula 2: Pressupost de la segona caixa d'aprenentatge.

7.4 Caixa d'aprenentatge III

Aquesta última caixa d'aprenentatge té com a objectiu entendre com funciona la utilització de l'aire per produir moviment, és a dir, com funciona la pneumàtica. Per fer-ho he utilitzat tubs transparents per contenir l'aire i xeringues per aconseguir moviment.

7.4.1 Procés de construcció

A continuació, s'expliquen els passos que he seguit per muntar aquesta última caixa d'aprenentatge, i com en les anteriors caixes, aquests passos corresponen a la metodologia emprada explicada anteriorment.

Pas 1: Creació d'un vídeo explicatiu per assolir i així partir des dels mateixos coneixements.

En aquest cas els coneixements que es volen assolir a partir del vídeo introductori són:

- Entendre el funcionament simple de circuits de pneumàtica.
- Saber aplicacions de la vida quotidiana on s'utilitzen la pneumàtica.
- Saber la diferència entre la pneumàtica i la hidràulica.
- Aprendre alguns avantatges i inconvenients de la hidràulica respecte la pneumàtica.

Pas 2: Decidir com implementar l'ús de la placa Micro:Bit.

En aquest cas, he volgut utilitzar la pneumàtica per elevar o baixar un pont. A més, per utilitzar la placa micro:Bit, he incorporat un component extern, un servomotor¹⁸ a la part superior de la torre del pont que representa una barrera que s'eleva, per deixar passar quan el pont està en posició horitzontal o baixa per denegar el pas, quan el pont està elevat.

Pas 3: Creació amb cartó de les peces que han de ser impreses.

En el cas d'aquesta tercera caixa d'aprenentatge, he hagut de crear amb cartó la torre on s'haurà de subjectar el pont i les xeringues, on a l'annex VII es pot trobar una imatge del resultat.

Tot i això, em vaig adonar que és molt difícil saber determinar on ha d'haver-hi el forat per connectar el pont abans de veure el resultat final de les peces. És per això, que finalment he decidit no fer els forats a partir de la impressora làser, sinó que he utilitzat un trepant manual un cop he tingut totes les peces impreses.

Pas 4: Esbossos amb les mides de les peces que han de ser impreses.

Els esbossos d'aquestes peces es poden trobar a l'annex VII.

¹⁸ **Servomotor:** Motor petit capaç de moure's entre zero i cent vuitanta graus.

Pas 5: Creació de les peces amb LightBurn i impressió amb la impressora làser.

A partir del programa LightBurn he creat les peces per posteriorment poder-les imprimir. Aquestes peces es poden trobar a l'annex VII.

Pas 6: Muntatge de la caixa d'aprenentatge.

A l'annex VII es mostren algunes imatges fetes durant el procés de muntatge d'aquesta segona caixa d'aprenentatge.

- Quan he imprès totes les peces de fusta amb la impressora, he creat la caixa afegint-li cinc xarneres en les unions de les fustes que formaran la caixa. També les he reforçat amb cinta adhesiva.
- Després, he començat a muntar la part fixa de la caixa, que serà la torre on s'aguanten les xeringues.
 - Per fer-ho, he començat enganxant la torre de les xeringues a la caixa.
 - A continuació, he utilitzat la peça de fusta rectangular que s'ha imprès entre el pont, i he fet un altre forat al mig per poder-hi col·locar la xeringa.
 - Després, he enganxat la xeringa amb un escuradents curt per aquest forat acabat de realitzar.
 - Seguidament, he hagut de repetir aquest pas per col·locar la segona xeringa al costat.
 - En acabar, he connectat les dues xeringues amb el forat que ja estava fet a la peça a partir de la utilització d'una palla de plàstic i un tros de llistó de fusta rodó per fer l'estructura més rígida.
 - Finalment, he enganxat un tros del llistó rectangular a la caixa d'aprenentatge, per poder-hi enganxar a sobre les dues xeringues que han estat utilitzades en aquest procés.
- Quan he acabat de fer la torre per les dues xeringues que controlaran el sistema, he començat a muntar el pont.
 - Primer, he tallat un llistó de fusta rectangular que hi càpigues entre les dues torres del pont, i l'he enganxat a partir de velcro. Gràcies a aquest llistó, he aconseguit una estructura més rígida, i a més aquest serà el lloc on posteriorment l'enganxaré a la xeringa que estarà connectada al pont.
 - Després, he enganxat les dues peces quadrades amb un forat sota les fustes del pont.
 - Entre aquestes peces, hi he connectat una xeringa a partir de la utilització d'escuradents curts.

- Seguidament, he enganxat una palla a sota de la fusta del pont, que posteriorment permetrà el moviment del pont.
- Després, he fet un forat a cada torre del pont per poder-hi passar un llistó rodó que farà la funció d'eix, entre la palla anteriorment enganxada.
- Finalment, he enganxat la xeringa al llistó rectangular que a l'inici he enganxat entre les dues torres amb velcro.
- A continuació, he repetit aquests passos per a la construcció de l'altra torre, per acabar el muntatge d'aquesta tercera caixa d'aprenentatge.

Pas 7.8.9: Creació de les instruccions de la caixa, el vídeo explicatiu de la programació i l'avaluació dels coneixements obtinguts.

Aquests últims tres passos es mostren a l'annex VII.

7.4.2 Materials i pressupost necessari

A continuació es mostren els materials utilitzats pel desenvolupament d'aquesta tercera caixa d'aprenentatge, amb el preu de cada un d'ells i el preu total de la caixa.

Unitats	Materials	Preu unitat (€) (sense IVA)	Preu total (€) (sense IVA)
6	Tauler de fusta 40x 40 x 0,3 cm	1	6
5	Xarneres	0,25	1,25
1	Caixa de "velcro"	3,86	3,86
1	Llistó de fusta rodó	1,09	1,09
1	Llistó de fusta rectangular	1,3	1,3
6	Bosses de plàstic	0,02	0,12
2	Tub de plàstic	0,75 (cada metre)	1,5
4	Xeringues	1,25	5
3	Palles de plàstic	0,1	0,3
3	Escuradents curts	0,01	0,03
1	Placa Microbit, cable per connectar a l'ordinador i porta piles.	23,38	23,38
1	Servomotor	3,16	3,16
3	Cables de cocodril	0,4	1,2
3	Cables elèctrics	0,2	0,6
		TOTAL sense IVA	48,79
		IVA (21%)	10,24
		TOTAL inclòs IVA	59,03 €

Taula 3: Pressupost de la tercera caixa d'aprenentatge.

7.5 Unió de les caixes

Un cop muntades les tres caixes, vaig dissenyar unes peces en forma de carretera, per poder unir aquestes caixes i simular una ciutat. Per facilitar el muntatge, vaig assignar i escriure un número a la part de darrere de les peces. A l'annex VIII, es poden trobar les peces fetes amb LighBurn, els plànols amb LibreCAD i unes imatges del resultat final.

7.6 Creació d'una pàgina web

Finalment, després del muntatge i la unió de les tres caixes d'aprenentatge vaig fer un recull en una pàgina web creada per mi de tots els recursos de cada caixa és a dir: del vídeo introductori de la placa Micro:Bit, del vídeo per introduir i explicar els conceptes necessaris per realitzar les activitats de les caixes, les instruccions, la part de programació, les activitats finals i unes fotografies dels resultats. Aquest és l'enllaç de la pàgina web:

<https://sites.google.com/insvilablareix.cat/recursoscaixesdaprenentatge>

7.7 L'hora de la veritat: posada a prova del material

Un cop creades les tres caixes i tots els recursos pertinents, he posat a prova la utilitat del material que s'ha creat fent que cinc nens d'edats compreses entre set i deu anys (dos nens de set anys, un de vuit, i dos de deu) duguin a terme totes les activitats de les tres caixes d'aprenentatge. A partir d'aquesta experiència, he pogut extreure'n diferents conclusions i percepcions rebudes i explicades pels infants.

L'avaluació feta en els infants en un primer moment, ha tingut un bon resultat, ja que ha permès que tots tinguessin el mateix nivell dels conceptes, per començar a treballar.

La caixa d'aprenentatge que ha agradat més és la tercera, amb la qual es treballen conceptes de pneumàtica, perquè és amb la que es poden obtenir resultats més immediats i visualment més sorprenents pels nens. Per altra banda, la caixa que menys ha agradat ha sigut la primera, perquè tot i que els conceptes de màquines simples s'han entès correctament, els nens expressen que és la caixa més simple a través de la qual es poden executar menys activitats pràctiques. Quant a la segona caixa, també ha agradat molt, en especial com s'eleva la plataforma a través dels diferents engranatges, i com es pot crear un semàfor amb la placa Micro:Bit. Tot i això, els infants diuen que és la caixa amb el muntatge més complicat, sobretot pels més petits quan munten la base de l'elevador, perquè no els hi acaba de quedar prou anivellada.

La utilització, muntatge dels components externs i programació de les tres plaques Micro:Bit, una a cada caixa (fanal, semàfor i barrera), ha estat relativament fàcil pels infants més grans, però pels de set anys han necessitat ajuda a l'hora de connectar els cables que tenen una pinça als extrems (cables de cocodril), perquè no tenien prou força per obrir-los i col·locar-los correctament.

Per altra banda, la programació no ha suposat un problema gràcies al vídeo adjunt a la pàgina web, on han seguit tots els passos indicats. A part d'això, tots els infants han aconseguit adquirir tots els coneixements de màquines simples, mecanismes i pneumàtica que es donaven, i han sabut entendre i moure's amb facilitat dins la pàgina web on s'exposen tots els recursos necessaris, per tal de treballar amb les tres caixes d'aprenentatge.

Quant a l'aspecte visual de les tres caixes, els infants han mostrat interès sobretot quan estaven tancades, per saber què hi havia dins. En obrir-les, s'han sorprès per totes les peces distribuïdes en les bosses, com les podien muntar i el fet de poder ajuntar les tres caixes per formar una ciutat. Tot i això, els més petits quan ja han acabat d'unir les caixes, han expressat que els hauria agradat que tinguessin més colors.

A l'annex IX es mostren diverses imatges d'una de les nenes que ha posat a prova aquest material.

8. CONCLUSIONS

Després de fer aquest treball de recerca, la conclusió principal extreta és que no tots els infants aprenen de la mateixa manera, tal com vaig suposar en la meva hipòtesi. Així ho he pogut comprovar quan diferents nens amb edats compreses entre set i deu anys duïen a terme proves amb els materials didàctics més utilitzats ja existents en el mercat (LEGO™, VEX Robotics™...).

Després d'aquesta primera conclusió i com a conclusió més determinant, he pogut crear de manera correcta i funcional uns materials didàctics que inclouen l'ús de la tecnologia, on es treballen els conceptes de les màquines simples, els mecanismes de transmissió i transformació del moviment, i la pneumàtica: són unes caixes que un cop desplegadas i muntades s'uneixen entre elles simulant una ciutat. Aquests recursos didàctics aconseguits són tres caixes d'aprenentatge, fàcils d'utilitzar, destinades als nens de primària i més econòmiques que recursos ja existents, complint així un dels objectius proposats a l'inici d'aquest treball: crear un material més accessible per a tothom. Per crear aquests materials, ho he fet a partir del disseny amb un programa anomenat Lighburn que permet dissenyar des de zero peces que posteriorment es volen imprimir en la impressora làser. A partir d'aquest disseny, i amb l'ajuda del programa LibreCAD, també he creat els plànols de les peces de cada caixa, tal com em vaig proposar en un dels objectius d'aquest treball.

Un cop creades aquestes tres caixes, també he aconseguit elaborar diferents materials previs i posteriors a la utilització de les caixes, per aconseguir millors resultats, i així obtenir altres objectius plantejats inicialment. Per una banda, els materials previs al desenvolupament de les caixes d'aprenentatge creats han estat uns vídeos inicials per a les tres caixes amb l'objectiu que tots els nens tinguin la mateixa base a l'hora de muntar i programar les màquines, els mecanismes o la pneumàtica. Per altra banda, els recursos pensats per utilitzar després de muntar les caixes han estat uns vídeos mostrant la programació de cada caixa, i unes activitats finals per poder avaluar els coneixements STEAM adquirits finalment, i comparar-los amb els que es volien transmetre en un inici. Tal com em vaig proposar en un dels meus objectius inicials, he aconseguit recollir aquests materials creats en una pàgina web, per tal de facilitar i potenciar l'ús de les caixes en els nens de manera autònoma.

Amb les caixes d'aprenentatge i amb l'objectiu de què els nens les poguessin muntar i utilitzar de manera correcta, també he elaborat les instruccions per cada zona de treball. Amb això, he complert l'objectiu de crear unes instruccions útils per tal que els nens desenvolupessin les tres caixes al seu ritme, cosa que ha permès que cadascun adquirís els nous coneixements a la seva manera.

Finalment, he sigut capaç de posar a prova aquestes caixes d'aprenentatge avaluant el funcionament de cadascuna amb cinc nens amb edats compreses d'entre set i deu anys. Els resultats de l'ús de les tres caixes han estat molt positius, ja que tots han aconseguit entendre els conceptes bàsics relacionats amb la tecnologia que es volien explicar en un inici. Aquestes caixes també els ha permès tenir un primer contacte amb la robòtica i la programació, a partir de l'ús de la placa Micro:Bit. Quant a les opinions visuals del material, la caixa que més ha agradat ha sigut la tercera, perquè els ha sorprès el moviment que han creat en el pont, a partir de les xeringues (simulant els sistemes pneumàtics). També ha sorprès la segona caixa, com a partir de la transmissió i la transformació de moviment s'aconseguia elevar una estructura, tot i que en els més petits els hi ha costat el muntatge dels engranatges. Aquests últims també han mencionat que ells afegirien color a les tres caixes, pintant alguns components o les peces d'unió entre els tres materials.

A partir d'aquesta experiència també n'extrec el fet que aquestes tres caixes d'aprenentatge poden ser l'inici del desenvolupament d'altres caixes d'aprenentatge amb diferents conceptes a treballar, però amb la mateixa metodologia i el mateix objectiu: fomentar l'aprenentatge de la tecnologia i la robòtica en els infants a través de projectes pràctics.

9. AGRAÏMENTS

En primer lloc, vull agrair al meu tutor del Treball de Recerca, Toni Hernández per ajudar-me durant el procés del treball, i deixar-me alguns materials necessaris per a fer aquest projecte.

També voldria agrair l'ajuda d'Innovat Educació, una empresa que ofereix activitats tecnològiques, per proporcionar-me la impressora làser utilitzada per la creació de les tres caixes d'aprenentatge, i tots els materials didàctics existents per posar-los a prova amb diversos infants, i així poder-ne extreure conclusions.

Per acabar, també vull donar les gràcies a totes les persones que han estat al meu costat durant el procés del treball: a la meva família i als amics.

10. FONTS D'INFORMACIÓ

- Institut d'Estudis Catalans. *Diccionari de la llengua catalana* [En línia]. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans, 2020 <<https://dlc.iec.cat/>>. [Consulta: 13 de gener de 2024].
- Ellis Ormrod. *Aprendizaje humano*. Traducció d'Alfonso J. Escudero i Marina Olmos Soria. Quarta edició. Madrid: Pearson Educación, S.A., 2005. [Consulta: 14 de gener de 2024].
- ABC. *Edades del aprendizaje: todo tiene su tiempo* [En línia]. Madrid: ABC, 2017 <https://www.abc.es/sociedad/abci-edades-aprendizaje-todo-tiene-tiempo-201703012046_noticia.html>. [Consulta: 27 de gener de 2024].
- RPP. *Las edades del aprendizaje en los niños* [En línia]. Lima: RPP, 2019 <<https://rpp.pe/campanas/contenido-patrocinado/las-edades-del-aprendizaje-en-los-ninos-noticia-1104215?ref=rpp>> [Consulta: 24 de febrer de 2024].
- SÁNCHEZ, M. C. i JIMÉNEZ, A. *La educación y el desarrollo del pensamiento crítico*. Revista de Comunicación y Ciencias Sociales. Vol. 10 (2021), núm. 2: 89-104. [En línia]. Disponible a: <<https://revistas.ucatolicaluisamigo.edu.co/index.php/RCCS/article/view/952/874>> [Consulta: 6 d'abril de 2024].
- INS La Sagrera. *Les caixes d'aprenentatge* [En línia]. Barcelona: INS La Sagrera, 2021 <<https://agora.xtec.cat/inslasagrera/portada/les-caixes-daprenentatge/>> [Consulta: 7 d'abril de 2027].
- DATTARI, Carolina. *El Método Montessori: Teoría de la educación* [En línia]. Academia.edu, 2016 <https://www.academia.edu/34880747/El_M%C3%A9todo_Montessori_TEOR%C3%8DA_DE_LA_EDUCACI%C3%93N_CAROLINA_DATTARI> [Consulta: 7 d'abril 2024].
- Montessori Space. *¿Qué es Montessori?* [En línia]. Barcelona: Montessori Space, 2018 <<https://montessorispace.com/que-es-montessori/>> [Consulta: 18 d'abril de 2024].
- Red Educativa. *Educación STEAM* [En línia]. Madrid: Red Educativa, 2021 <<https://www.rededuca.net/blog/educacion-y-docencia/educacion-steam>> [Consulta: 30 d'abril de 2024].
- Picuino. *Mecanismos i engranatges* [En línia]. Disponible a: <<https://www.picuino.com/es/content.html>> [Consulta: 20 de juny de 2024].

- Moodle IOC. *Màquines i mecanismes* [En línia]. Barcelona: IOC, 2021 <<https://educaciodigital.cat/ioc-batx/moodle/mod/book/view.php?id=9670>> [Consulta: 20 de juny de 2024].
- Entaban. Cargol sense fi: què és i per a què es fa servir [En línia]. Madrid: Entaban, 2021 <https://entaban.es/blog/que-es-un-tornillo-sin-fin-y-para-que-se-usa/?srsId=AfmBOoptSGtzYjo2AFjKMgn_MWUuCb68aSksAiEdMHSIwejlwZYy6Py> [Consulta: 21 de juny 2024].
- Strawbees. *About Strawbees* [En línia]. Estocolm: Strawbees, 2021 <<https://strawbees.com/about/>> [Consulta: 1 de juliol 2024].
- Microes. *Què és Microbit?* [En línia]. Madrid: MicroES, 2021 <<http://microes.org/que-es-microbit.php>> [Consulta: 16 de juliol de 2024].
- BBC. *Micro:Bit* [En línia]. Londres: BBC, 2021 <<https://microbit.org/>> [Consulta: 16 de juliol de 2024].

Fonts d'on s'han extret les imatges:

- Figura 3: BP, Maria. *Les màquines simples i els mecanismes* [En línia]. Blogger: Blogspot, 2016 <<https://mariabptecno.blogspot.com/2016/11/les-maquines-simples-i-els-mecanismes.html>> [Consulta: 21 juny 2024].
- Figura 4: Can Aica. *Máquinas simples para niños* [En línia]. Can Aica: canaica.com, 2023 <<https://canaica.com/maquinas-simples-para-ninos/>> [Consulta: 21 juny 2024].
- Figura 5: Aula Z. *Torn* [En línia]. Aula Z: aulaz.org, 2023. <<http://aulaz.org/TECNO/LLIBRES/S3/S3-4MaquinasSimples/8Torn.html>> [Consulta: 21 juny 2024].
- Figura 6: Porcel, Miquel. *El pla inclinat* [En línia]. Blogger: Blogspot, 2018 <<https://miquelporcel5c.blogspot.com/2018/03/el-pla-inclinat.html>> [Consulta: 21 juny 2024].
- Figura 7: Ticcesum. *Tema 3: Poleas y polipastos* [En línia]. Blogger: Blogspot, 2018 <<https://ticcesummecanismos.blogspot.com/2018/05/tema-3-poleas-y-polipastos.html>> [Consulta: 21 juny 2024].
- Figura 8: TICCESUM. *Títol* [En línia]. Educació Digital: 2018 <<https://educaciodigital.cat/ioc-batx/moodle/mod/book/view.php?id=9679&chapterid=6872>> [Consulta: 21 de juny de 2024].
- Figura 9: TEXAMPLE. *Belt pulley* [En línia]. TeXample.net: 2020 <<https://texample.net/tikz/examples/belt-pulley/>> [Consulta: 21 de juny 2024].

- Figura 13: SHUTTERSTOCK. Chain gear illustration [En línia]. Shutterstock: 2023 <<https://shutterstock.com/es/image-vector/chain-gear-illustration-vector-art-1939204399>> [Consulta: 26 de juny 2024].
- Figura 14: MNATC. El vis sens fi [En línia]. Lloc: MNATC, 2021 <<https://procestextil.mnactec.cat/el-vis-sens-fi/>> [Consulta: 26 de juny 2024].
- Figura 15: TICCESUM. Capítol [En línia]. Educació Digital: 2018 <<https://educaciodigital.cat/ioc-batx/moodle/mod/book/view.php?id=9670&chapterid=6858>> [Consulta: 26 de juny 2024].
- Figura 16, 17, 18 i 19: TECNO12-18. [En línia]. Tecno12-18: 2015 <<https://www.tecno12-18.com/>> [Consulta: 27 de juny 2024].
- Figura 26 i 27: Micro:Bit. *Micro features overview* [En línia]. Micro Educational Foundation, 2024 <<https://microbit.org/ca/get-started/features/overview/>> [Consulta: 3 de juliol 2024].

11. ANNEXOS

ÍNDEX

ANNEX I: Mètode Montessori.....	52
ANNEX II: Anàlisi i conclusions extretes dels materials didàctics ja existents.....	54
Anàlisi dels materials didàctics existents més utilitzats.....	54
Grup LEGO™.....	54
VEX Robotics™.....	55
Strawbees.....	55
Make do explore.....	56
El primer contacte: conclusions extretes a partir de la prova dels materials didàctics més utilitzats.....	57
Grup LEGO™.....	57
VEX Robotics™.....	59
Strawbees.....	61
Make do explore.....	61
ANNEX III: Impressora làser utilitzada.....	62
Parts de la impressora làser.....	62
ANNEX IV: La placa Micro:Bit.....	64
Història de la placa Micro:Bit.....	64
Versions de les plaques.....	65
Sensors, actuadors i altres components de la placa.....	67
ANNEX V: Caixa d'aprenentatge I.....	68
Proves amb cartó.....	68
Esbossos.....	69
Dissenys amb LightBurn.....	72
Plànols.....	74
Procés de muntatge.....	77
Instruccions del muntatge de la caixa.....	78
Activitats finals.....	87
ANNEX VI: Caixa d'aprenentatge II.....	89
Proves amb cartó.....	89
Esbossos.....	90
Dissenys amb LightBurn.....	92
Plànols.....	94
Procés de muntatge.....	96
Instruccions del muntatge de la caixa.....	97
Activitats finals.....	115
ANNEX VII: Caixa d'aprenentatge III.....	117
Proves amb cartó.....	117
Esbossos.....	118
Dissenys amb LightBurn.....	121

Plànols.....	123
Procés de muntatge.....	126
Instruccions del muntatge de la caixa.....	127
Activitats finals:.....	145
ANNEX VIII: Unió de les caixes d'aprenentatge.....	147
Dissenys amb LightBurn.....	147
Plànols.....	148
Resultat final.....	149
ANNEX IX: Prova de les tres caixes d'aprenentatge.....	150

ANNEX I: Mètode Montessori

Abans de conèixer el mètode Montessori, cal conèixer la fundadora d'aquest mètode anomenada Maria Montessori, i saber els motius pels quals la van portar a elaborar-lo. Maria Montessori, era una dona de classe mitjana, que va estudiar medicina i en acabar la carrera va treballar en una clínica de psiquiatria com a voluntària. En aquest centre estava envoltada de nens que havien estat nomenats incapaços de funcionar en famílies i en escoles. Aquest fet va provocar que Maria Montessori exposés el seu interès per una reforma social i pel desenvolupament intel·lectual dels infants. És per això, que va revisar les obres de dos grans doctors francesos, Jean Itard i Edouard Seguin, els quals pensaven que l'aprenentatge dels nens necessitava un estímul constant. Cada vegada més a Maria Montessori li interessava més l'educació i l'aprenentatge dels nens, fet que li va fer arribar a voler crear unes escoles anomenades "la casa dels nens". En una escola va tenir nens que no rebien atenció per part de les seves famílies, en canvi, en un altre va rebre nens més privilegiats en aquest aspecte. En els dos casos Maria Montessori va aconseguir que l'aprenentatge dels nens fos reeixit. Per això, ella estava convençuda que tots els nens tenien la capacitat d'aprendre.

El mètode Montessori es pot definir com la proposta pedagògica que va crear Maria Montessori a través de l'observació de l'aprenentatge dels nens.

Maria Montessori estava convençuda que els nens tenen una habilitat innata per aprendre. Aquest fet el denominava absorció inconscient perquè afirmava que els nens fins als tres anys de vida capten la informació inconscientment, és per això que els primers anys de vida són tan importants. Després, defensava que aquesta absorció de coneixements passa a ser conscient, on el nen aprèn per necessitat o interès.

En aquest mètode també es destaca la llibertat que els nens han de disposar a l'hora d'aprendre i desenvolupar nous coneixements al seu ritme en un entorn adequat. És per això que l'ambient on es produeix l'aprenentatge ha d'estar preparat amb unes condicions bàsiques. Segons aquest mètode, les dimensions físiques són molt importants i s'ha de tenir en compte la mida del mobiliari que cal que estigui dissenyat amb relació als nens. Com per exemple, és important que les estanteries no siguin gaire altes perquè els nens arribin a tots els materials que necessitin.

Maria Montessori també afirmava que l'educació que reben els nens no serà mai la mateixa, ja que cadascú té maneres úniques i ritmes diferents d'aprendre i treballar. Per això cal que l'educació sigui individualitzada.

A part de l'ambient preparat i l'educació individualitzada, la selecció de recursos didàctics també és important en aquest mètode. Tots els materials utilitzats han de ser dissenyats

perquè els nens siguin capaços d'explorar i investigar de manera independent. A més, tots els materials que s'utilitzen estan pensats per permetre l'error dels nens, perquè en seguir treballant amb aquell material ja es mostrarà si han comès un error amb anterioritat. Maria Montessori va diferenciar els materials en grup, i els més rellevants són:

- Els materials sensorials, són els que impulsen als nens a desenvolupar els sentits a partir de la intuïció.
- Els materials pel llenguatge, tal com diu el nom, se centren en els temes lingüístics, és a dir el desenvolupament del vocabulari, la pronunciació, l'escriptura i la lectura.
- Els materials de matemàtiques, segons aquest mètode, és el més desenvolupat a causa de la dificultat que provoca a molts nens. S'utilitza per treballar de manera indirecta, aspectes matemàtics relacionant-los amb situacions de la vida quotidiana adequades per la seva edat.
- Els materials de ciències estan relacionats amb els materials pel llenguatge a causa de la utilització d'un vocabulari científic. El seu objectiu és conèixer el món que ens envolta a partir de l'observació, i aconseguir respecte per la naturalesa, conèixer la geografia i la flora i fauna.
- Els materials d'expressió artística, utilitzen la capacitat de crear de cada nen per expressar-se a través d'aspectes artístics.

El rol que han de desenvolupar els docents, també és imprescindible per aquest mètode per tal d'aconseguir uns bons resultats. El Mètode Montessori, tal com s'ha explicat anteriorment, té una capacitat innata d'aprendre i explorar a partir de la curiositat que els caracteritza. Tot i això s'ha observat que quan els nens estan a l'escola perden aquesta curiositat a causa dels mètodes antiquats que s'utilitzen, perquè el professor aporta els coneixements privant que els nens els puguin aconseguir a partir de l'exploració. A causa d'aquest fet, Maria Montessori aclareix que el paper de l'educador ha de ser simplement guiar als nens, però proporcionant uns coneixements bàsics per estimular l'interès necessari i l'ús adequat dels materials didàctics.

Un altre objectiu important que han d'assolir els educadors és ajudar als infants en aspectes socials i emocionals, ja que els nens estan en una etapa d'aprendre les actituds i els coneixements que cal tenir. Però això no vol dir que l'educador ha de tenir una actitud sobreprotectora, perquè els nens també han d'aprendre equivocant-se.

ANNEX II: Anàlisi i conclusions extretes dels materials didàctics ja existents

Anàlisi dels materials didàctics existents més utilitzats

A continuació s'explica el funcionament d'alguns dels materials didàctics existents més utilitzats actualment.

Grup LEGO™

LEGO™ és una empresa que es dedica principalment a la fabricació de joguines. Una part de l'empresa anomenada LEGO™ Education s'ha destinat a crear col·leccions d'aprenentatge en què els nens poden aprendre a partir de la pràctica desenvolupant conceptes bàsics de construcció i programació.

LEGO™ és molt conegut per les petites peces anomenades brics en forma de cubs o prismes rectangulars de diferents mides, on a la part superior sobresurten cilindres que permeten connectar-se a la part inferior de tots els brics permeten crear formes i figures infinites.

A part d'aquestes peces, LEGO™ Education també va crear diferents materials didàctics per edats varies, com per exemple LEGO™ We Do per a nens a partir de set anys. En les caixes d'aquest material hi ha diferents peces, motors i sensors, on a partir d'unes instruccions es poden crear robots i mecanismes, per després poder-les programar amb un llenguatge de programació molt senzill. El preu d'aquest material didàctic és d'aproximadament de dos-cents euros cada caixa.

Per a nens a partir de deu anys, hi ha LEGO™ Mindstorm, un material didàctic amb un funcionament molt semblant a LEGO™ We Do, ja que també està formada per una caixa que conté diferents peces per muntar mecanismes i robots que poden ser programats posteriorment, tot i que en aquest cas utilitzant un programari més complicat. El preu aproximat de LEGO™ Mindstorm és de quatre-cents euros cada caixa, tot i que actualment no es pot comprar, perquè ha estat substituït per una segona versió anomenada LEGO™ Spike. Aquest material té els mateixos objectius i les mateixes característiques que el LEGO™ Mindstorm, tot i que cal utilitzar un programari diferent per poder utilitzar els motors i els sensors. Aquest material val aproximadament quatre-cents setanta euros cada caixa.

VEX Robotics™

VEX Robotics™ és una companyia dedicada a crear productes de robòtica destinats, per una banda, a les escoles i universitats, o per altra a equips de competició. VEX ha creat un material per cada cicle escolar, i tots formen part del corrent STEAM explicat en el següent apartat.

Pels nens d'infantil han creat VEX 123, aquest, incorpora botons direccionals a la part superior del robot, que servirà per programar el camí que seguirà el robot. Aquest producte s'anomena així, ja que el robot permet ser programat a partir de tres maneres diferents: pot ser a partir dels botons direccionals explicats anteriorment; es pot programar a partir d'un codificador i unes targetes o també es pot fer a partir d'un programari que permet introduir la programació a partir dels blocs¹⁹. El preu aproximat d'aquest material didàctic és de cent vint euros.

VEX go és el material destinat pels nens de primària, format per unes peces de plàstic que permeten crear mecanismes. També incorpora diversos components electrònics com els motors, els sensors o la CPU que a partir d'un programari creat per VEX Robotics™, es poden programar o controlar de manera teledirigida des d'aquest programa. El preu aproximat d'aquest material per dos alumnes és de dos-cents euros.

A part d'aquests dos materials dedicats als més petits, també hi ha VEX IQ (des de cinquè de primària fins a segon d'ESO) que utilitza peces de plàstic o VEX V5 i VEX EXP (per tercer i quart d'ESO, batxillerat, cicles o la universitat), on les peces són de metall o plàstic, i es necessiten eines per poder construir mecanismes. En els tres materials, hi ha exemples de mecanismes per començar a aprendre el funcionament, tot i que està destinat a saber desenvolupar les teves pròpies idees i poder-les programar a partir de blocs, o fins i tot amb Python (a VEX V5).

Strawbees

Erik Thorstensson, un enginyer mecànic i dissenyador suec, va estar uns anys a la Índia, on va conèixer els materials de rebuig que disposaven com per exemple el cartó, els diferents envasos d'aliments, les palles de plàstic. A partir d'aquest últim material va crear pinces de roba que són molt útils per utilitzar l'eixugat de la roba a l'aire lliure. Els alumnes van utilitzar les pinces per crear unions de mecanismes que fabricaven a partir de les palles de plàstic. A partir d'aquell moment, Erik Thorstensson va decidir desenvolupar un material, creatiu per ajudar a desenvolupar diverses habilitats als nens, aplicant la metodologia STEAM.

¹⁹ Programació a partir de blocs: llenguatge de programació que permet als usuaris programar de manera visual a partir de la unió de peces que encaixen com un trencaclosques.

Make do explore

Make do explore és una caixa amb diferents eines que permeten experimentar a través de cartó reciclat, creant les estructures i construccions que es desitgin. Aquest material didàctic està destinat per a nens a partir dels cinc anys, i és considerat relativament nou per a nosaltres, ja que anteriorment només estava disponible als Estats Units. Un gran avantatge d'aquest material és que és dels més econòmics, amb un preu aproximat de vint euros, i amb les eines que proporciona permet fomentar la creativitat dels nens per crear les seves idees a partir d'un material reciclat que està a l'abast de tothom.

El primer contacte: conclusions extretes a partir de la prova dels materials didàctics més utilitzats

A continuació, s'expliquen els avantatges i inconvenients dels materials didàctics relacionats amb la tecnologia més destacats exposats al marc teòric que he posat en pràctica amb diferents alumnes.

Grup LEGO™

Amb els materials didàctics creats per LEGO™ Education, vaig utilitzar LEGO™ We Do per a nens d'entre sis i set anys.

Avantatges:

- Aquest material proporciona una aplicació que mostra tots els projectes que es poden construir, i recursos i exemples per entendre la programació.
- Hi ha molts projectes que es poden realitzar amb diferents nivells i temàtiques que tenen unes instruccions clares.

Inconvenients:

- Hi ha projectes que no hi ha les instruccions de muntatge, sinó que només es mostren tres fotografies del resultat final. Això, per una banda, provoca que cada alumne tingui la possibilitat de crear a partir de les seves idees, però moltes vegades provoca una frustració en els nens que fa que vulguin deixar-ho de construir.



Figura 20: Infants muntant i programant LEGO™ We Do. (FONT. Elaboració pròpia.)

A part de LEGO™ We Do, també vaig decidir provar d'utilitzar LEGO™ Mindstorm per nens d'entre deu i onze anys.

Avantatges:

- Hi ha un robot d'exemple amb instruccions per començar a aprendre a utilitzar aquest material.
- Inclou molt sensors variats per aprendre a programar amb més nivell.

Inconvenients:

- Ja no es pot trobar aquest material, per tant, no es poden acabar els projectes si no es disposen de totes les peces.
- En el cas que sigui la primera vegada que es programa, és difícil iniciar-te a partir del programari que proporciona aquest material didàctic.

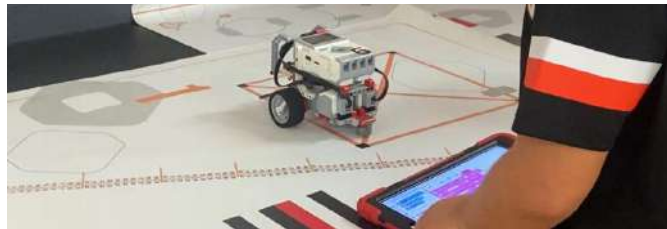


Figura 21: Nens utilitzant LEGO™ Mindstrom.
(FONT. Elaboració pròpia.)

També, he provat d'utilitzar la nova versió de LEGO™ Mindstorm, és a dir, LEGO™ Spike.

Avantatges:

- Aquest material didàctic proporciona una pàgina web amb moltes instruccions de projectes que es poden muntar.
- És molt fàcil connectar el projecte amb el programari.

Inconvenients:

- Tot i que aquest material didàctic proporciona molts projectes per realitzar, la majoria són del mateix nivell. És per això que és difícil trobar diferents nivells per adaptar-ho a cada infant.



Figura 22: Nen utilitzant LEGO™ Spike.
(FONT. Elaboració pròpia.)

VEX Robotics™

En el cas de VEX Robotics™, he provat d'utilitzar diferents materials.

Per una banda, he fet servir VEX Go per nens d'entre set i nou anys, i aquestes són les conclusions dels avantatges i inconvenients que he trobat en fer servir aquest material didàctic.

Avantatges:

- Les instruccions són en dues o tres dimensions, i són molt clares d'entendre.
- Hi ha moltes instruccions que permeten construir diferents robots pels diversos nivells que hi poden haver.
- A partir de les instruccions d'una base simple, es poden afegir construccions pròpies per complementar el robot.
- El programari incorpora una part que permet pilotar el robot amb uns comandaments.

Inconvenients:

- És molt difícil recollir i endreçar el material.
- Si s'utilitzen diverses CPUs simultàniament, és molt difícil connectar cadascuna a un programa diferent.



Figura 23: Nens utilitzant el material Vex Go.
(FONT. Elaboració pròpia.)

També, he utilitzat VEX EXP per nens d'entre catorze i quinze anys, tot i que les conclusions extretes no m'han servit per desenvolupar aquest treball ja que em baso en crear materials didàctics per nens d'entre set i deu anys. Tot i això, els avantatges i inconvenients que he pogut extreure són els que es mostren a continuació.

Avantatges:

- Les instruccions són en dos o tres dimensions, i són molt clares d'entendre.
- A partir de les instruccions d'una base simple, es poden afegir construccions pròpies o braços amb instruccions per complementar el robot.
- És molt útil per iniciar-se a un material que sigui necessari utilitzar eines i programes de programació més complexos per posteriorment poder utilitzar VEX V5 i crear mecanismes propis.

Inconvenients:

- És molt difícil recollir i endreçar el material.
- A part del material, té un cost addicional per poder comprar les eines necessàries per al muntatge de tots els mecanismes.
- Si és la primera vegada que utilitzen aquest material (com és en aquest cas), és difícil entendre la utilitat de cada peça, és per això que penso que abans d'utilitzar el material, cal explicar uns conceptes bàsics de muntatge.

Strawbees

Aquest material didàctic creat a partir de la utilització de palles de plàstic, l'he utilitzat amb nens d'entre sis i set anys, podent extreure'n les següents conclusions.

Avantatges:

- Aquest material proporciona diferents projectes que es poden muntar utilitzant només palles i peces per unir aquest material.
- En el meu cas, vaig escollir realitzar un pop amb aquest material, on la cara l'havia de crear cada infant, és per això, que alguns projectes d'aquest material didàctic fomenten la creativitat.

Inconvenients:

- És difícil utilitzar la peça per unir les palles de plàstic perquè s'ha de fer bastant força, és per això que moltes vegades els nens necessitaven ajuda.
- Les figures que es poden construir, són molt curtes i això va provocar que els nens estiguessin cansats després de molt poc temps d'utilitzar aquest material.



Figura 24: Infants utilitzant el material Strawbees. (FONT. Elaboració pròpia.)

Make do explore

Aquest material didàctic no l'he pogut posar en pràctica amb infants, perquè des de fa poc només es podia aconseguir als Estats Units, per tant, no he pogut aconseguir-lo.

Tot i això, m'ha servit per inspirar-me per crear el meu propi material didàctic, ja que és un material econòmicament assequible per a tothom.

ANNEX III: Impressora làser utilitzada

La impressora làser que utilitzo per realitzar totes les peces de fusta és el model X30 Pro d'Atomstack Maker. Aquesta màquina grava o talla a partir d'un làser de díode amb una potència d'entre 33 i 35 watts que permet treballar amb materials variats com per exemple fusta, metall, cuir, entre d'altres. Per realitzar les peces, el làser es concentra en una àrea petita, escalfant el material fins a vaporitzar-lo o cremar-lo, i per tant aconseguir tallar o marcar les peces.

Abans d'imprimir qualsevol peça, cal establir la velocitat i la potència del làser en funció del material utilitzat o de l'objectiu que es vol aconseguir, és a dir, tallar o gravar el material. En el meu cas, abans d'imprimir totes les peces per desenvolupar el projecte, vaig provar diferents valors de velocitat i potència, per posteriorment decidir quins eren els més adequats per la fusta utilitzada.

Parts de la impressora làser

1. Mòdul del làser: peça mòbil que es desplaça sobre l'àrea de treball seguint les instruccions del programari, fent el treball de tall o gravat en les peces.
2. Motor d'eixos X i Y: aquests motors controlen els moviments dels eixos X i Y per moure el mòdul del làser mitjançant un sistema de corretja.
3. Taula de treball: àrea de 40x40 centímetres que conté una graella que suporta el material que es vol gravar o tallar.
4. Estructura de la màquina: estructura fixa i rígida que suporta el mòdul del làser, el motor d'eixos X i Y i el material que es vol tallar.
5. Pantalla de control: aquesta impressora també conté una pantalla tàctil per poder controlar manualment aspectes de la màquina sense necessitat d'un ordinador. Es poden controlar accions com la velocitat i potència del làser, o iniciar i parar els projectes.
6. Botó per aturar en cas d'emergència: tal com diu el nom d'aquest component, aquesta màquina incorpora un botó per poder aturar-la en cas que hi hagi algun problema.
7. Sistema de refrigeració: durant l'ús de la màquina es genera calor, per això és necessari un sistema de refrigeració per l'aire que manté la temperatura del làser adequada, evitant el sobreescalfament d'aquest component.
8. Ventilador d'extracció de fum: com que el tallat làser sol generar fum, la màquina inclou aquest ventilador per extreure el fum i els gasos generats durant l'ús de la màquina.

9. Carcassa de protecció làser: aquesta carcassa està col·locada sobre tota l'estructura de la màquina formada pel mòdul del làser, el motor dels eixos X i Y i la taula de treball. A més, aquesta carcassa té un forat per on es connecta el tub del ventilador d'extracció de fum per expulsar el fum i els gasos generats durant l'ús. La seva funció és protegir els ulls de la llum que produeix el làser durant el funcionament.



Figura 25: parts de la impressora làser. (FONT. Elaboració pròpia.)

ANNEX IV: La placa Micro:Bit

A continuació, s'explica més informació de la placa Micro:Bit, per entendre el context en el qual va néixer aquesta placa dotada de sensors i actuadors.

Història de la placa Micro:Bit

Micro:Bit va ser creada pel diari anglès anomenat BBC durant els anys 2000. Tot i això, els orígens d'aquesta placa són a principis de la dècada del 1980, on el diari anglès ja va començar a difondre l'aprenentatge a través de la tecnologia. Durant aquest any, la BBC va crear el "Projecte d'alfabetització informàtica", Acorn Computers, va crear la BBC Micro, un microordinador programat per un nou llenguatge que poden arribar a entendre els nens. Això va provocar una revolució informàtica, que es va popularitzar tant com per un ús domèstic, com un ús en les escoles britàniques.

Trenta anys després, el director general de la BBC, Tony Hall, anuncia que vol introduir la codificació a totes les escoles del Regne Unit, intentant aconseguir un objectiu clar, "inspirar una nova generació a ser creativa amb la codificació, la programació i la tecnologia digital"²⁰. Durant el març del 2015, es crea una iniciativa al Regne Unit anomenada *Make it Digital*, com a resposta de la manca de competències que la BBC creia que hi havia, centrant-se a la digitalització de la pròxima generació, creant així la placa programable que incorpora sensors variats, coneguda pel nom de Micro:Bit.

L'any següent, la BBC juntament amb la col·laboració de 29 organitzacions, es comencen a repartir Micro:Bits als nens d'entre onze i dotze anys, per intentar fomentar la tecnologia, evitant l'ús excessiu de dispositius electrònics.

A partir d'aquest moment, les plaques es comencen a repartir a més estudiants, aconseguint un moviment nacional, on els professors s'havien de formar per saber utilitzar la placa Micro:Bit. A més, cal destacar que aquestes plaques fins i tot s'arriben a oferir a moltes biblioteques del Regne Unit, fundant el moviment *#MicrobitsInLibraries*.

El setembre del 2016, s'estableix una organització sense ànim de lucre anomenada *Micro:Bit Educational Foundation*, és a dir, Fundació Educativa Micro:Bit, per aconseguir expandir el projecte Micro:Bit a escala internacional.

L'any següent, Microsoft ajuda a crear Makecode, el programa en línia necessari per programar aquesta placa, amb diferents llenguatges de programació.

²⁰ [En línia], <<https://microbit.org/ca/>> [Consulta: 18 maig 2024].

Els professors que utilitzen aquestes plaques, afirmen que ajuden al desenvolupament de la informàtica dels nens, i es comencen a repartir les plaques a escala mundial. Kraig Brown, un treballador de *Digital Xtra Fund*²¹, va dir:

“El que fa que el micro:Bit sigui tan brillant és que és senzill d'utilitzar i, tanmateix, també és atractiu per a diferents edats. Les possibilitats gairebé il·limitades el converteixen en una eina perfecta per fomentar la creativitat digital. Això és clau per a Digital Xtra Fund i els nostres beneficiaris de subvencions, l'objectiu dels quals és inspirar els joves a entendre i crear amb tecnologia, no simplement a consumir-la”.²²

L'octubre de 2019, se celebra per primera vegada el *Micro:bit Live*, un esdeveniment de dos dies, el qual es duen a terme activitats diverses com xerrades o tallers, amb l'objectiu d'aconseguir més divulgació d'aquesta placa.

El 2020, es crea una pàgina web oficial, on es pot trobar el programa de la placa, i moltes eines, recursos educatius i guies de lliçons destinades als professors, per promoure l'ús de la Micro:Bit a les aules. També es mostren projectes de nens i nenes d'arreu del món, creant així una comunitat mundial interessada en aquesta placa. A més, per donar suport a l'ensenyament a l'aula, es posa a disposició professors del Regne Unit.

Versions de les plaques

Uns anys després de crear aquesta placa, es va crear una altra versió, afegint un augment de la memòria RAM i ROM, i un microcontrolador més potent. També, la segona versió incorpora una ràdio, per poder connectar la placa amb Bluetooth i altres sensors com per exemple el sensor de temperatura, un micròfon i un altaveu. A part d'aquests sensors, a la part de davant de la placa nova, el logotip és de color daurat, perquè també es pot utilitzar com a un botó, que es pot arribar a programar com el botó A i B.

Per diferenciar aquestes dues versions, es pot fer ràpidament fixant-nos amb el logotip de la Micro:Bit, o veient un micròfon a la part frontal a la segona versió de la placa.

²¹ Digital Xtra Fund, és una empresa d'Escòcia creada amb l'objectiu que totes les persones joves tinguin accés a activitats digitals.

²² **igual que el de microbit**

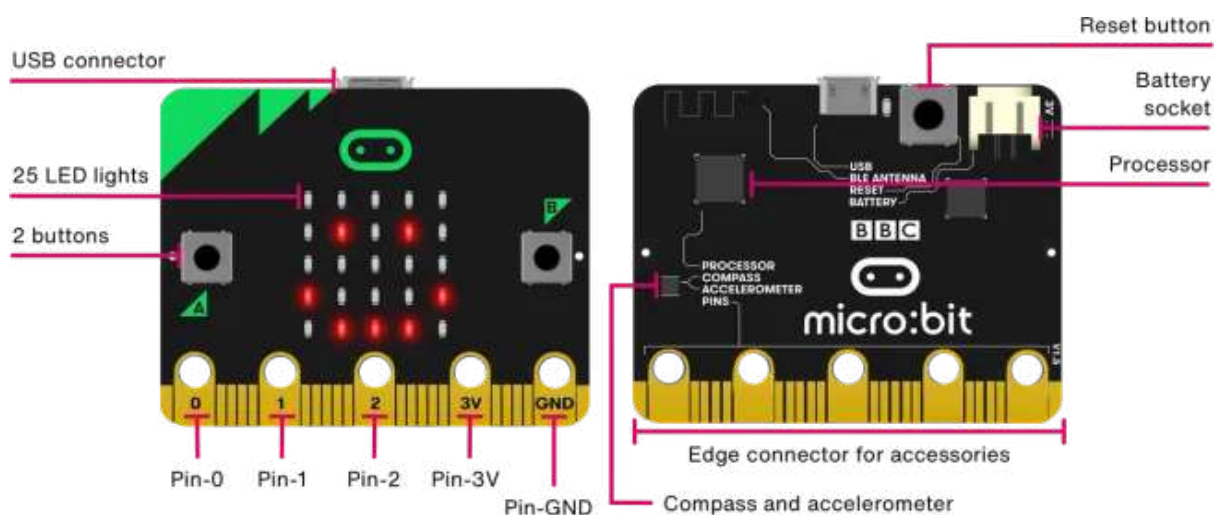


Figura 26: Sensors, actuadors i altres components de la primera versió de la placa Micro:Bit.²³

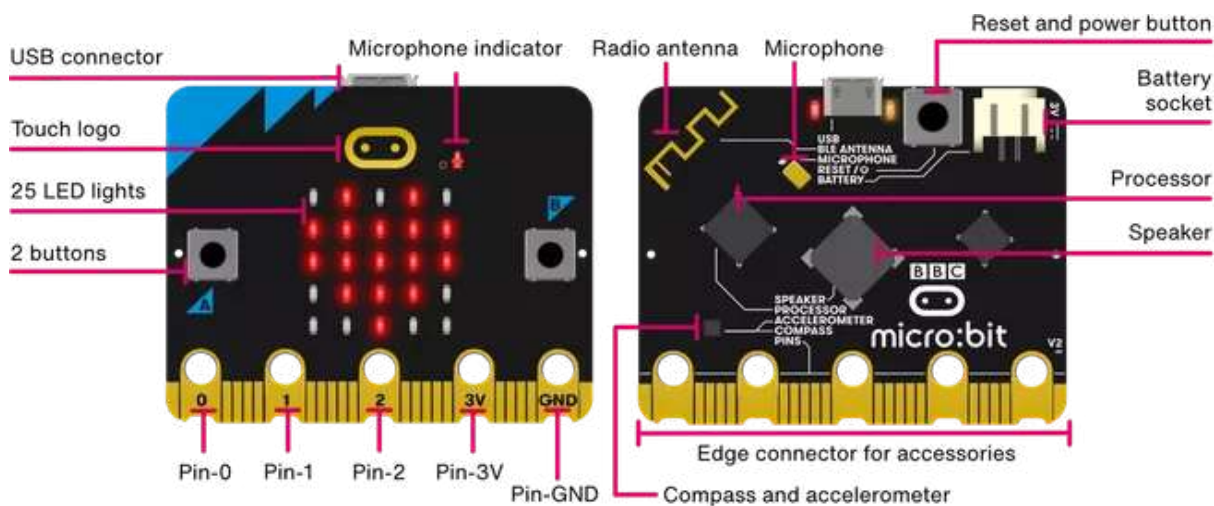


Figura 27: Sensors, actuadors i altres components de la segona versió de la placa Micro:Bit.²⁴

²³ Micro:Bit [En línia], 2024.

²⁴ Micro:Bit [En línia], 2024.

Sensors, actuadors i altres components de la placa

A continuació, es mostra una imatge dels sensors, actuadors i altres components explicats anteriorment que incorpora la segona placa Micro:Bit.

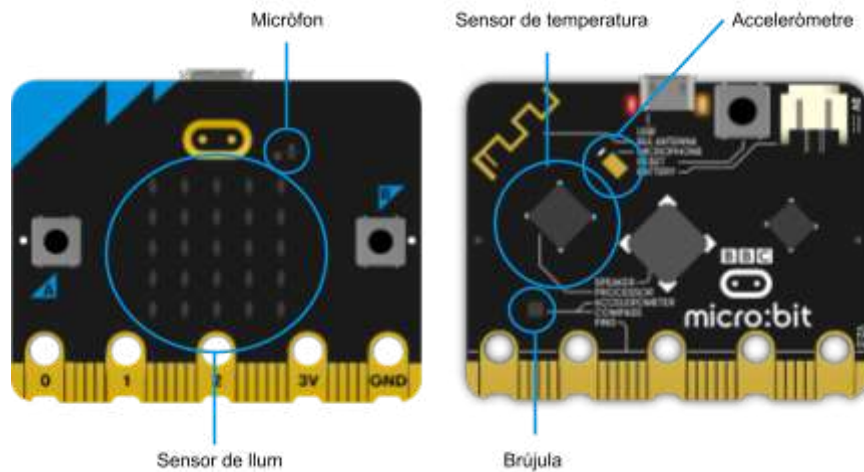


Figura 28: Sensors de la placa Micro:Bit (FONT. Elaboració pròpia.)

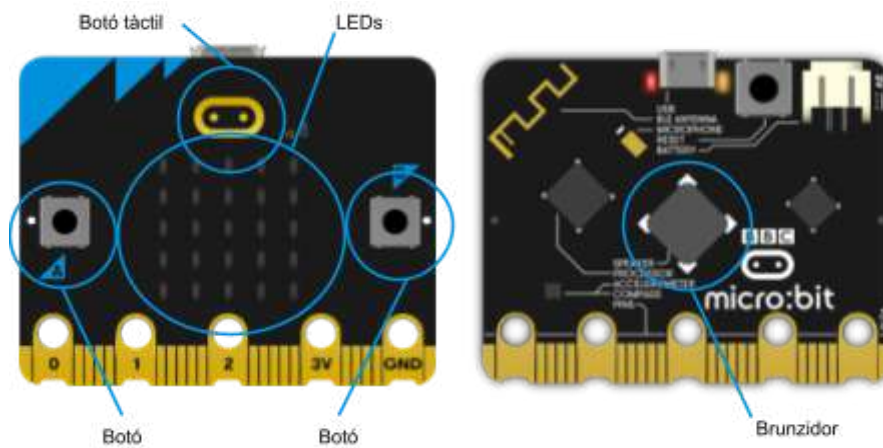


Figura 29: Actuadors de la placa Micro:Bit (FONT. Elaboració pròpia.)

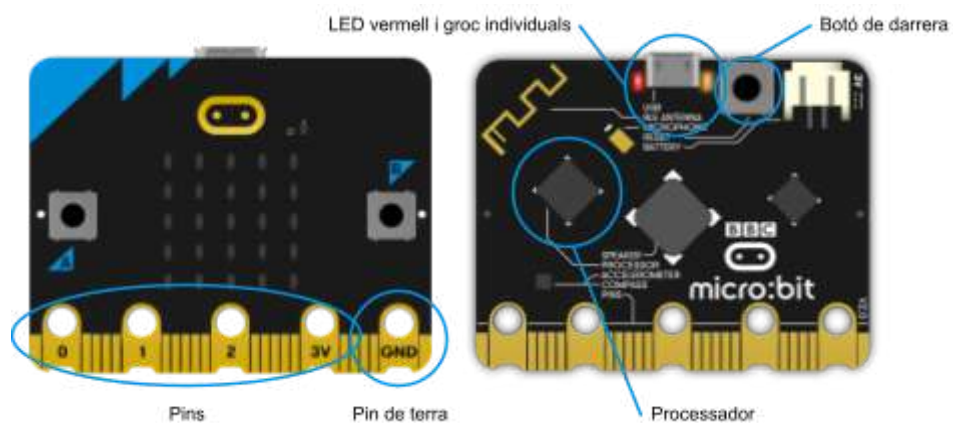


Figura 30: Altres components de la placa Micro:Bit (FONT. Elaboració pròpia.)

ANNEX V: Caixa d'aprenentatge I

Proves amb cartó

En aquest cas, tal com he explicat en el desenvolupament del projecte, abans d'imprimir les peces amb la impressora làser, he provat de muntar l'estructura del pla inclinat i de la roda amb cartó.



Figura 31: Prototip del tobogan realitzat amb cartó. (FONT. Elaboració pròpia.)

Esbossos

A continuació es mostren els esbossos fets a mà de les peces que es volen imprimir a partir de la impressora làser.

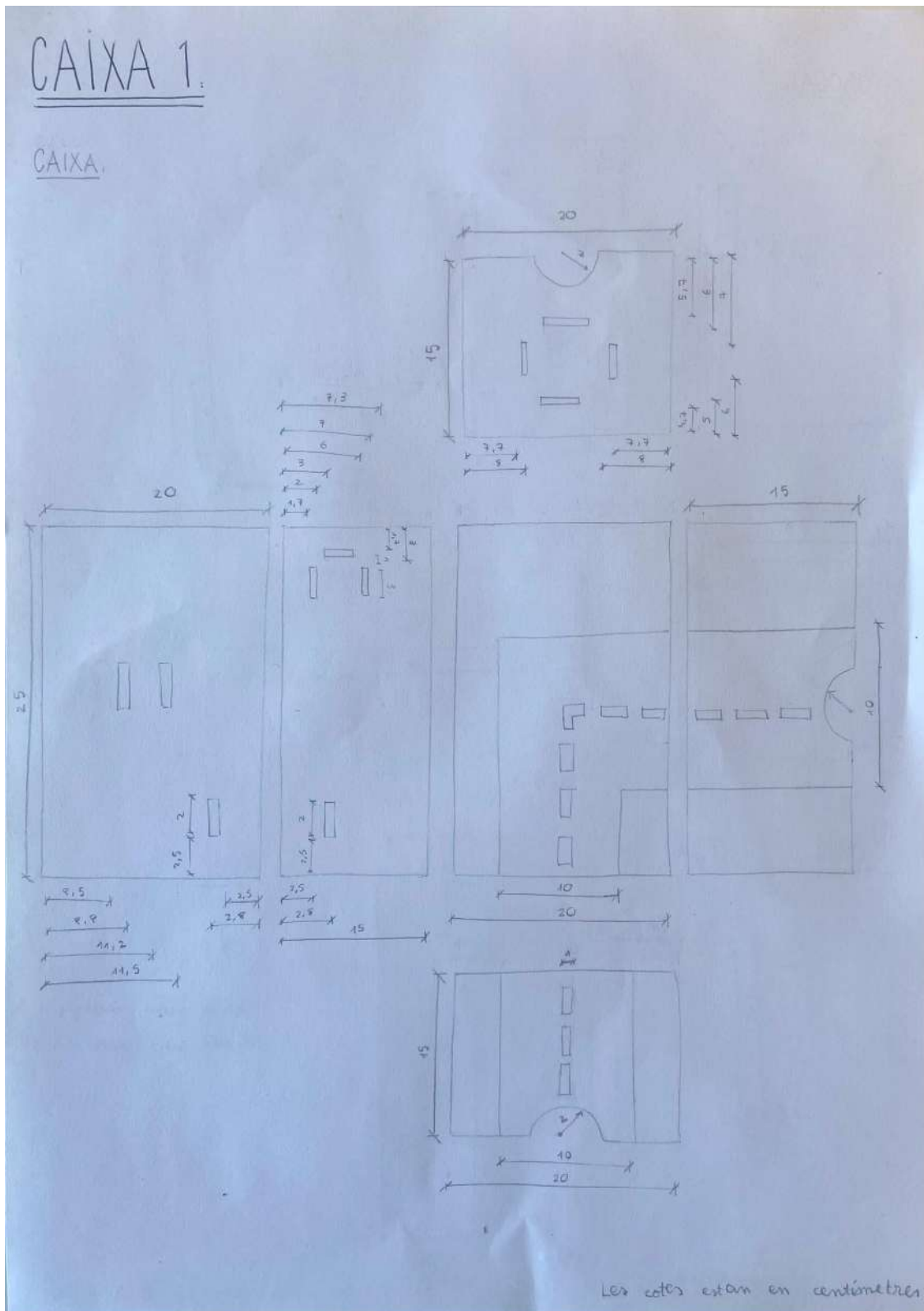


Figura 32: Esbós de la caixa d'aprenentatge I. (FONT. Elaboració pròpia.)

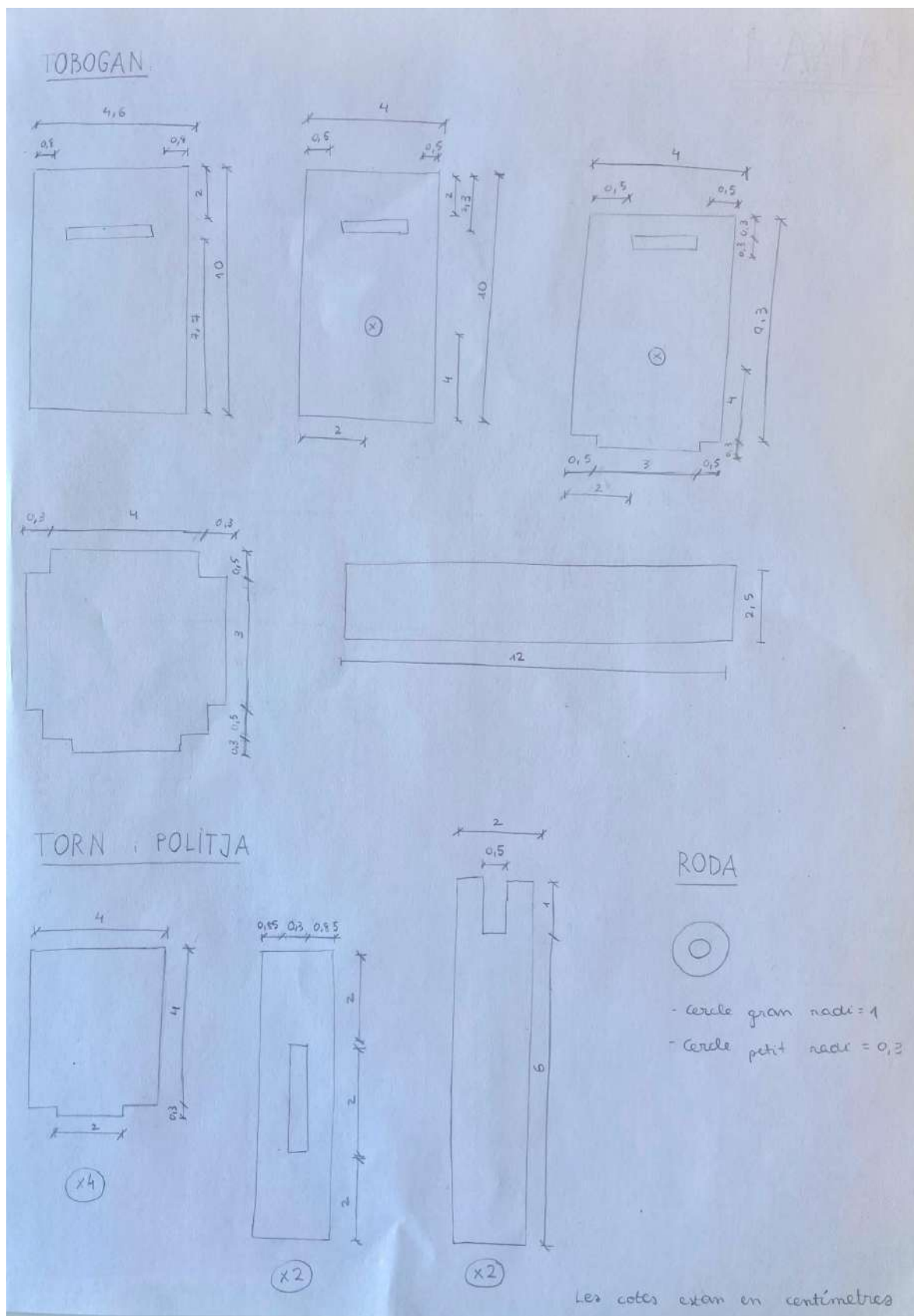


Figura 33: Esbós d'algunes peces de la caixa d'aprenentatge I. (FONT. Elaboració pròpia.)

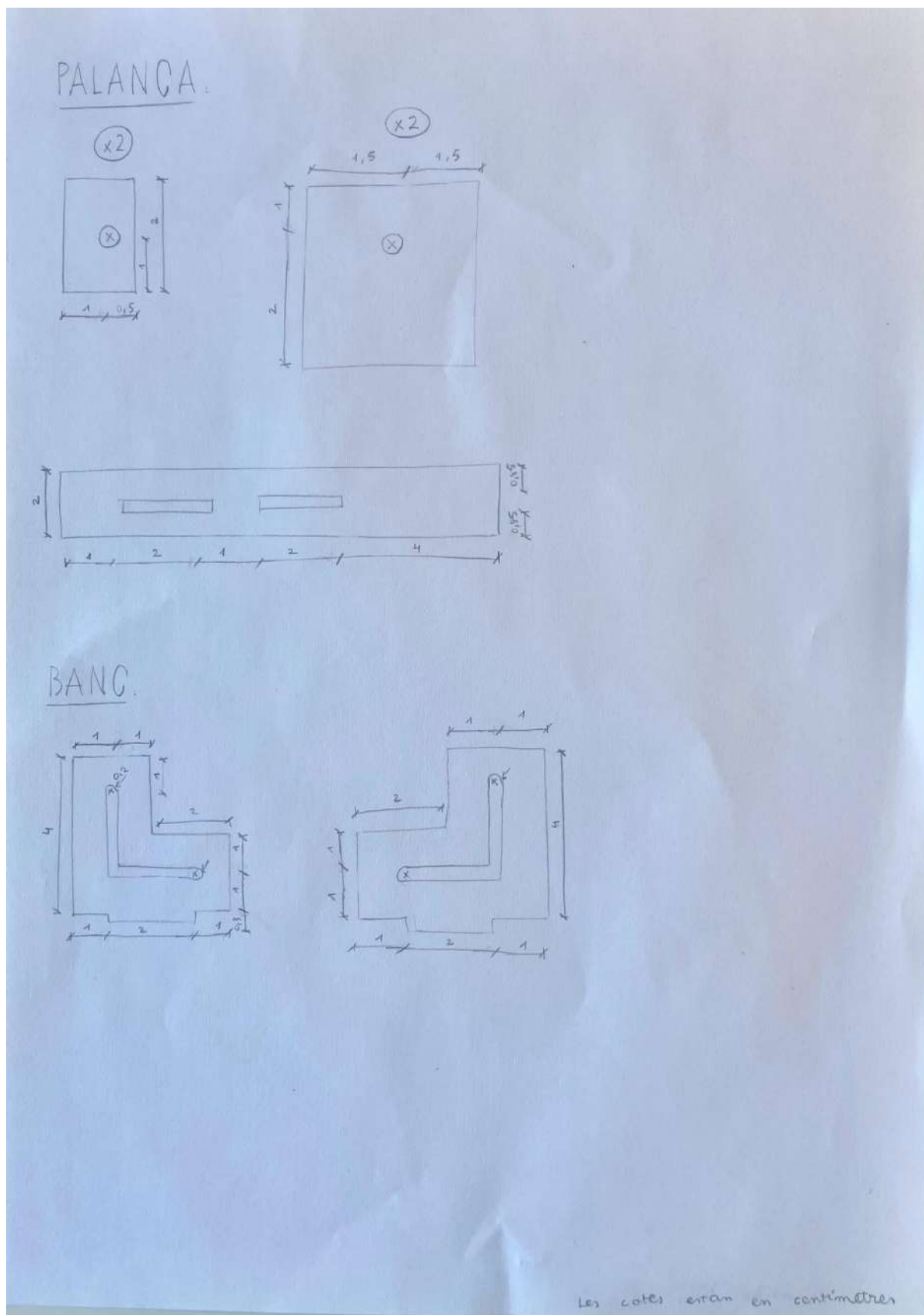
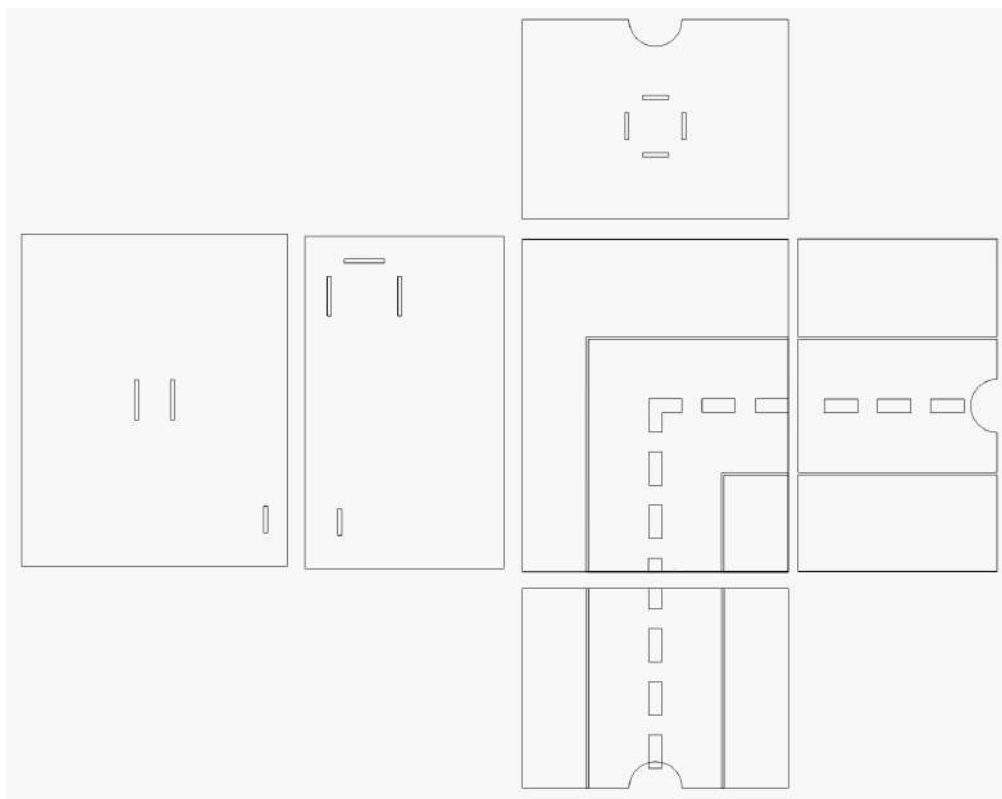


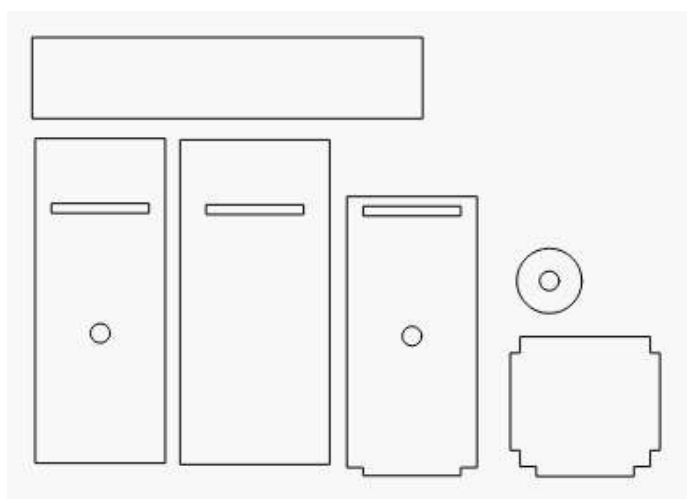
Figura 34: Esbós d'algunes peces de la caixa d'aprenentatge I. (FONT. Elaboració pròpia.)

Dissenys amb LightBurn

Aquestes són les peces dissenyades amb LightBurn necessàries per a aquesta primera caixa d'aprenentatge:



**Figura 35: disseny amb el programa LightBurn de la primera caixa d'aprenentatge
(FONT. Elaboració pròpia.)**



**Figura 36: disseny amb el programa LightBurn de les peces del tobogan
(FONT. Elaboració pròpia.)**

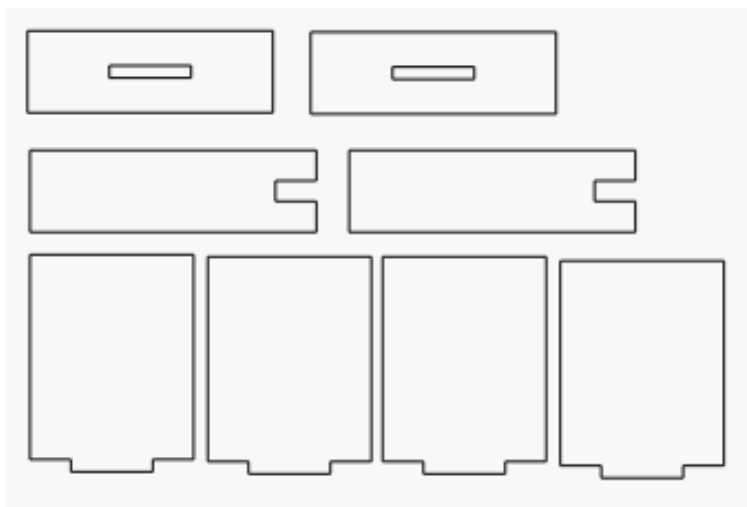


Figura 37: Disseny amb el programa LightBurn de les peces del torn i la politja
(FONT. Elaboració pròpia.)

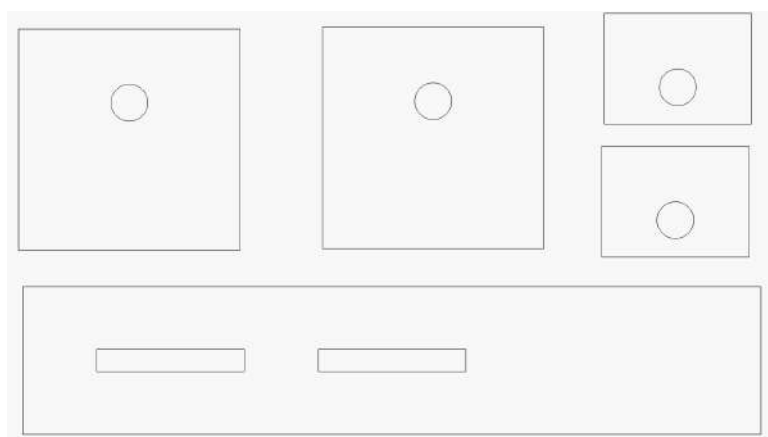


Figura 38: Disseny amb el programa LightBurn de les peces de la palanca
(FONT. Elaboració pròpia.)

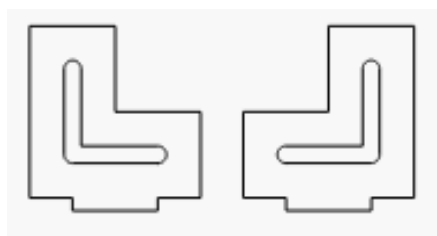


Figura 39: Disseny amb el programa LightBurn de les peces necessàries pel banc
(FONT. Elaboració pròpia.)

Plànols

Aquests són els plànols de les peces que s'han d'imprimir amb la impressora làser, fets amb LibreCAD.

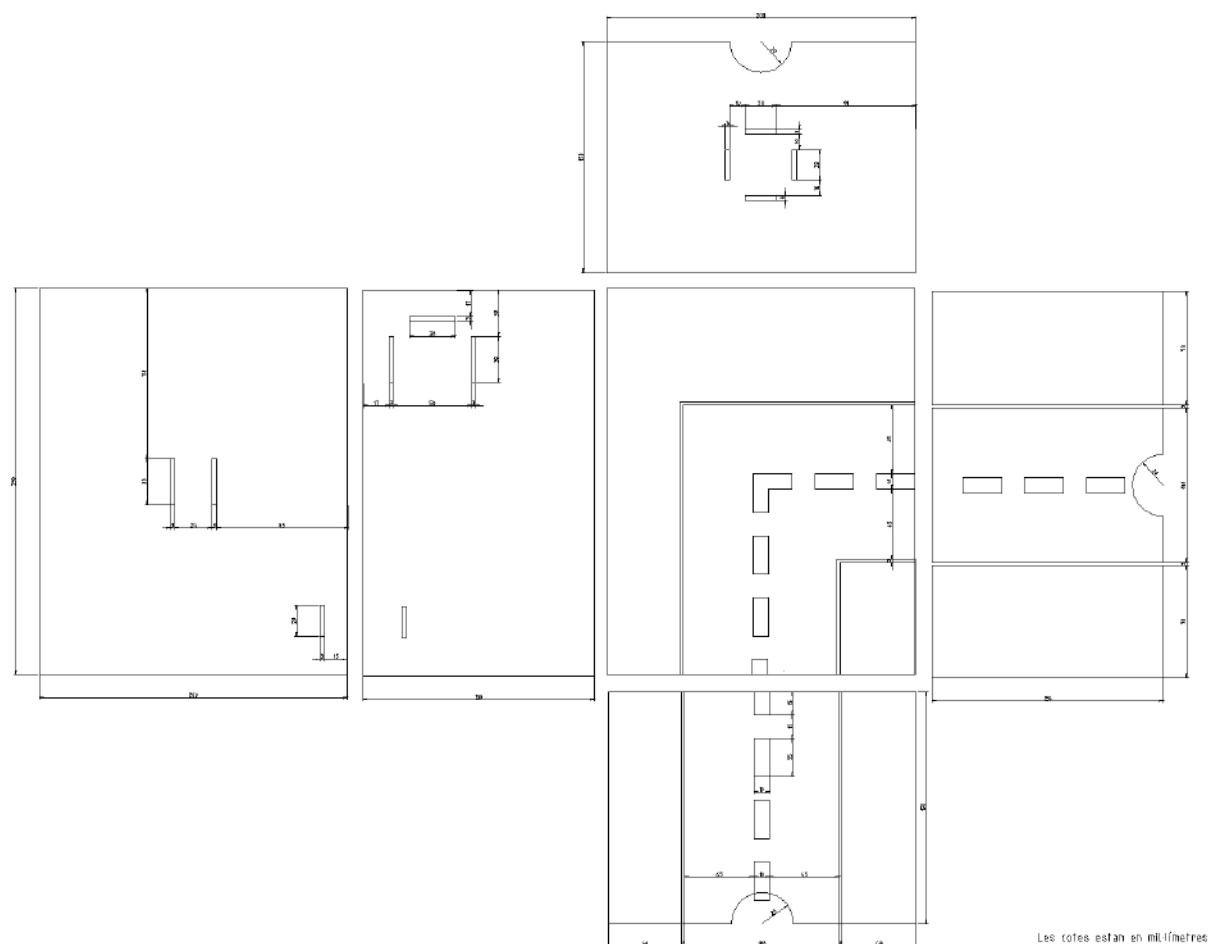


Figura 40: Plànols de la caixa d'aprenentatge I. (FONT. Elaboració pròpia.)

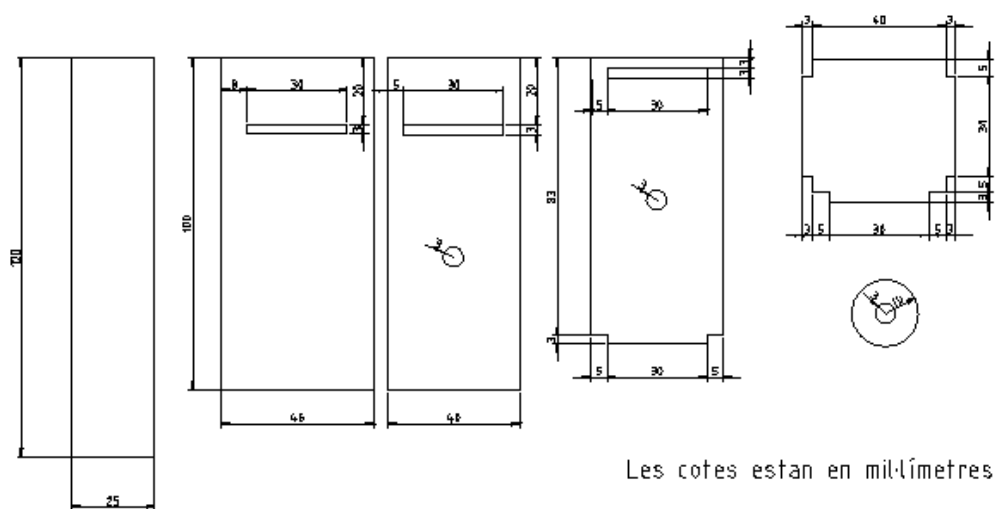
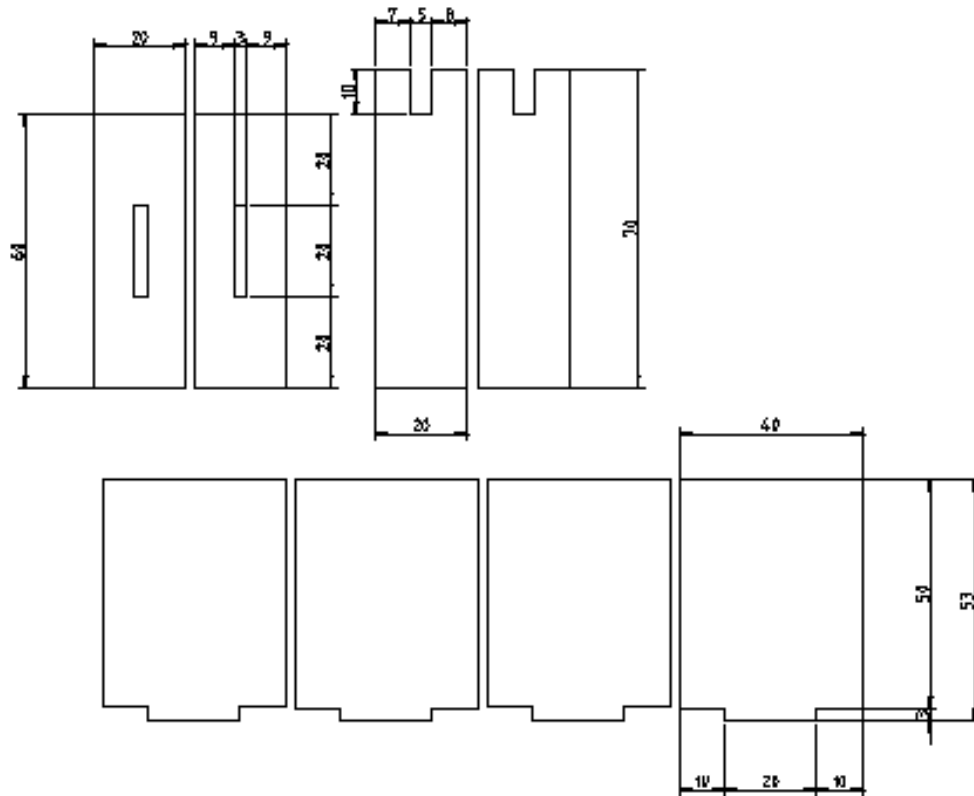
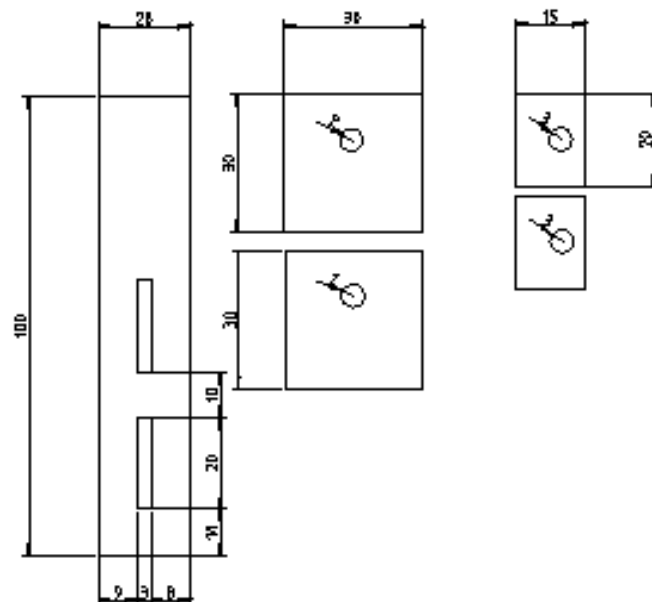


Figura 41: Plànols del tobogan de la caixa d'aprenentatge I. (FONT. Elaboració pròpia.)



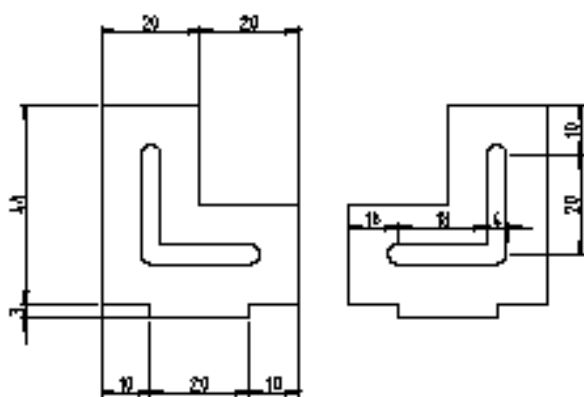
Les cotes estan en mil·límetres

Figura 42: Plànols del torn i la politja de la caixa d'aprenentatge I.
(FONT. Elaboració pròpia.)



Les cotes estan en mil·límetres

Figura 43: Plànols de la palanca de la caixa
d'aprenentatge I. (FONT. Elaboració pròpia.)



Les cotes estan en mil·límetres

Figura 44: Plànols del banc de la caixa d'aprenentatge I. (FONT. Elaboració pròpia.)

Procés de muntatge

A continuació es mostren imatges d'alguns passos del procés d'aquesta primera caixa d'aprenentatge.

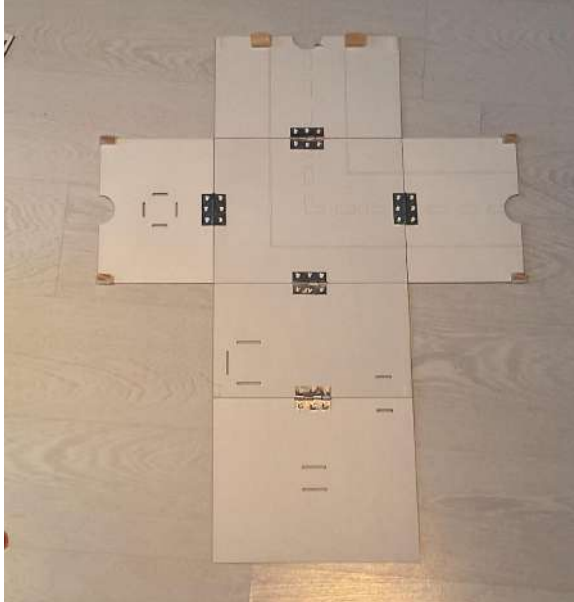


Figura 45: Caixa desplegada un cop col·locat les xarneres. (FONT. Elaboració pròpia.)

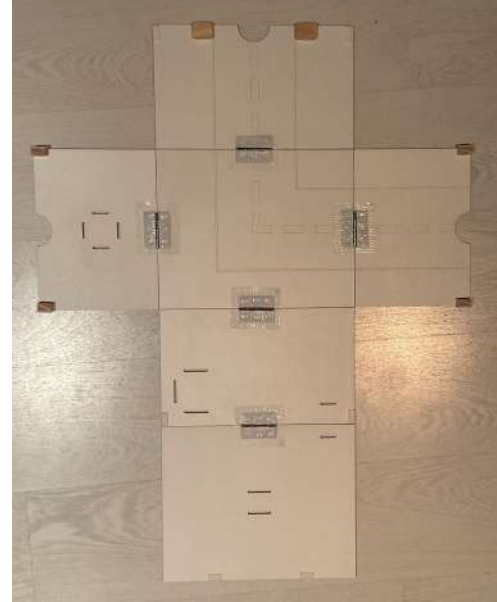


Figura 46: Caixa desplegada després de posar cinta adhesiva sobre les xarneres per assegurar que no es trenquin. (FONT. Elaboració pròpia.)

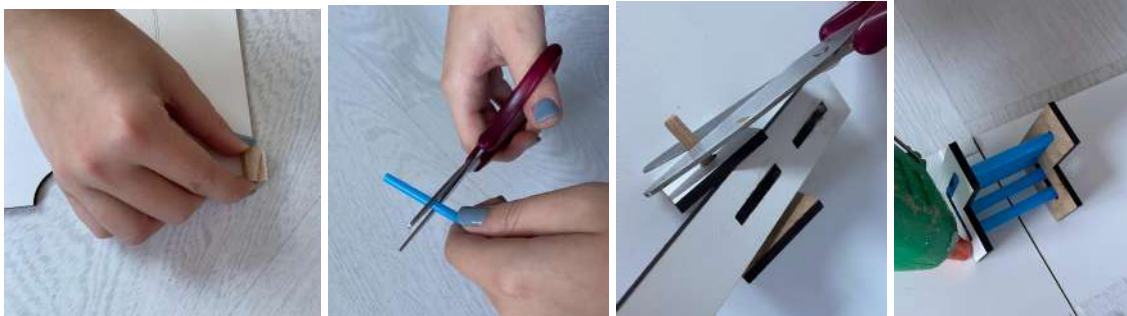


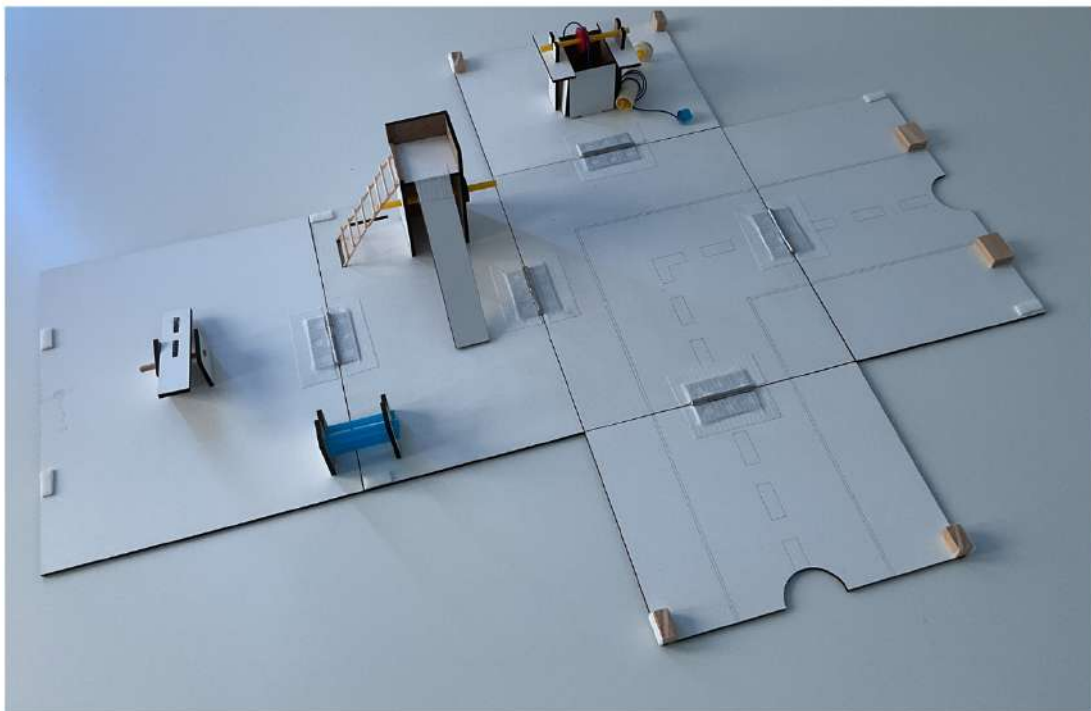
Figura 47: Alguns dels passos que s'han hagut de fer durant el procés del muntatge. (FONT. Elaboració pròpia.)

Instruccions del muntatge de la caixa

En les següents pàgines es mostren les instruccions que he creat per muntar la primera caixa d'aprenentatge destinada a treballar amb les màquines simples.

CAIXA D'APRENTATGE 1

MÀQUINES SIMPLES



Bossa 1



1



x1



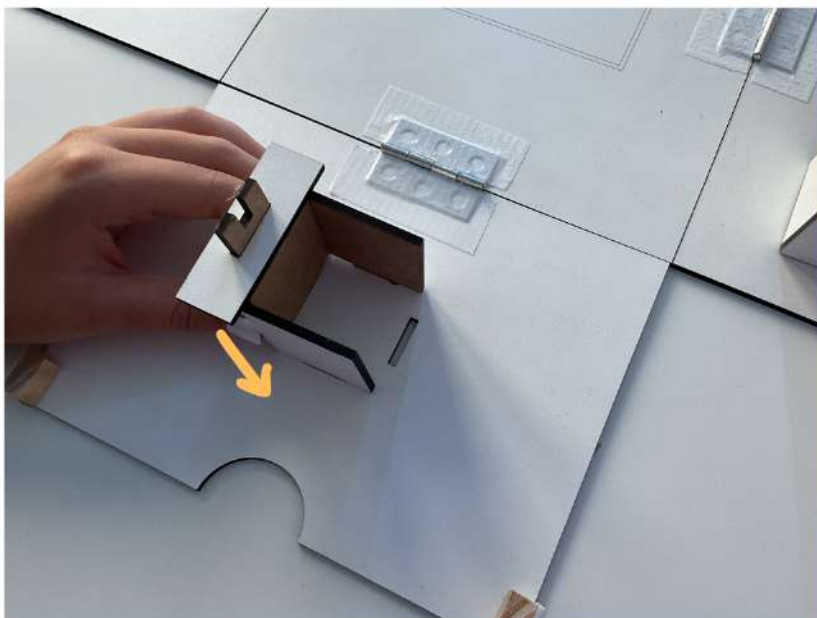
2



x1



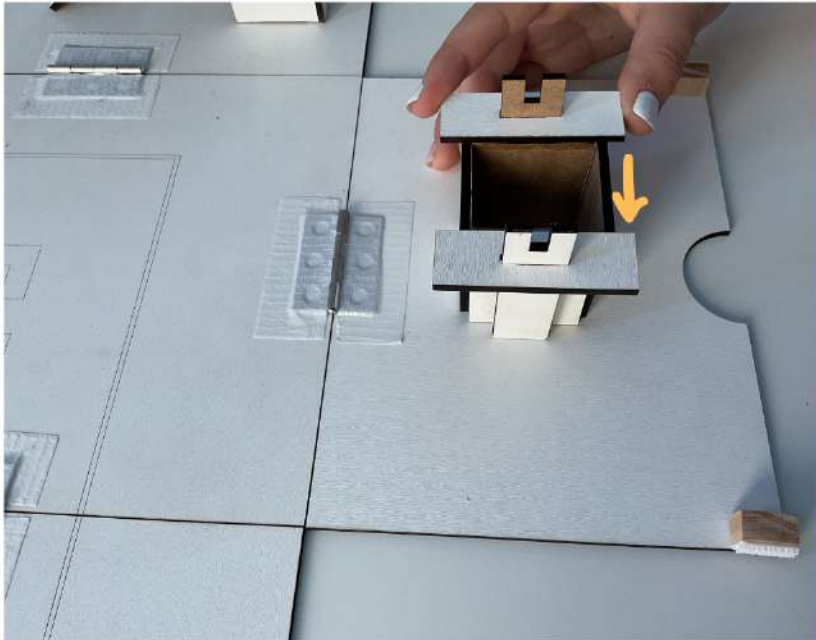
3



x1



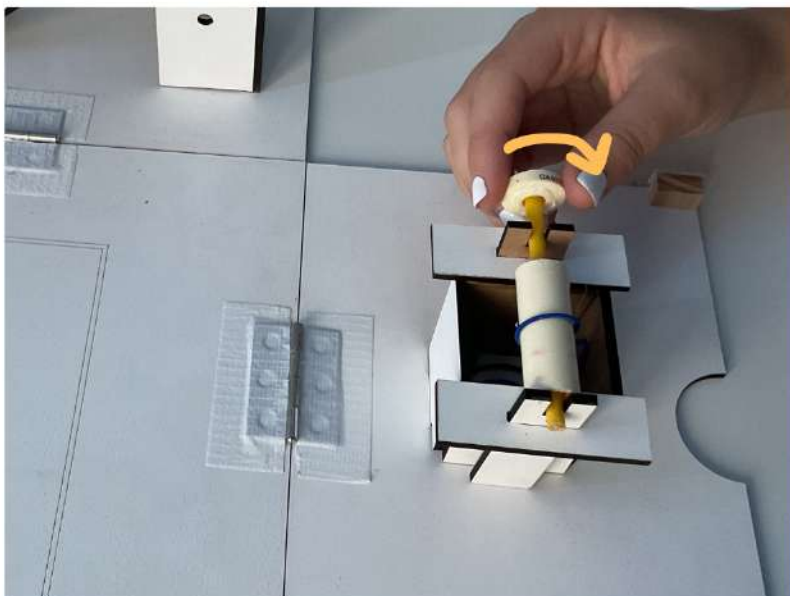
4



x1



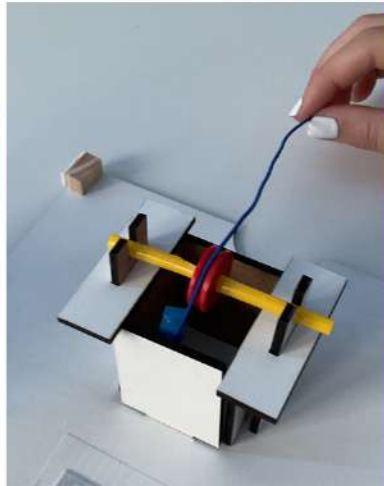
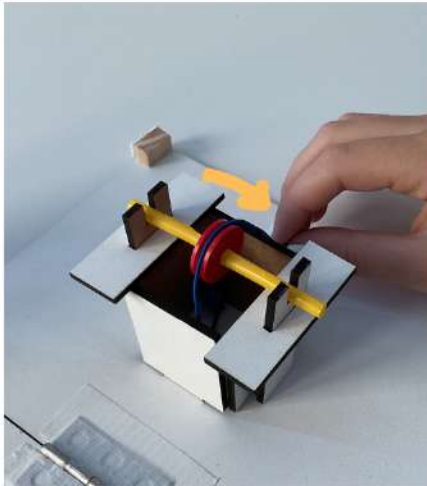
5



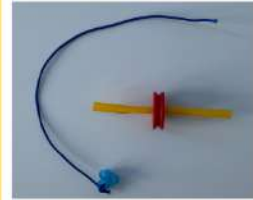
x1



6



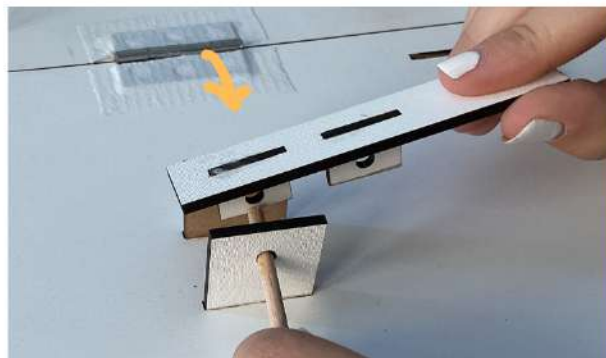
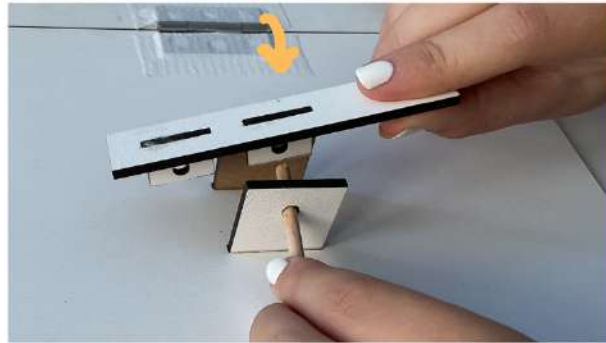
x1



Bossa 2



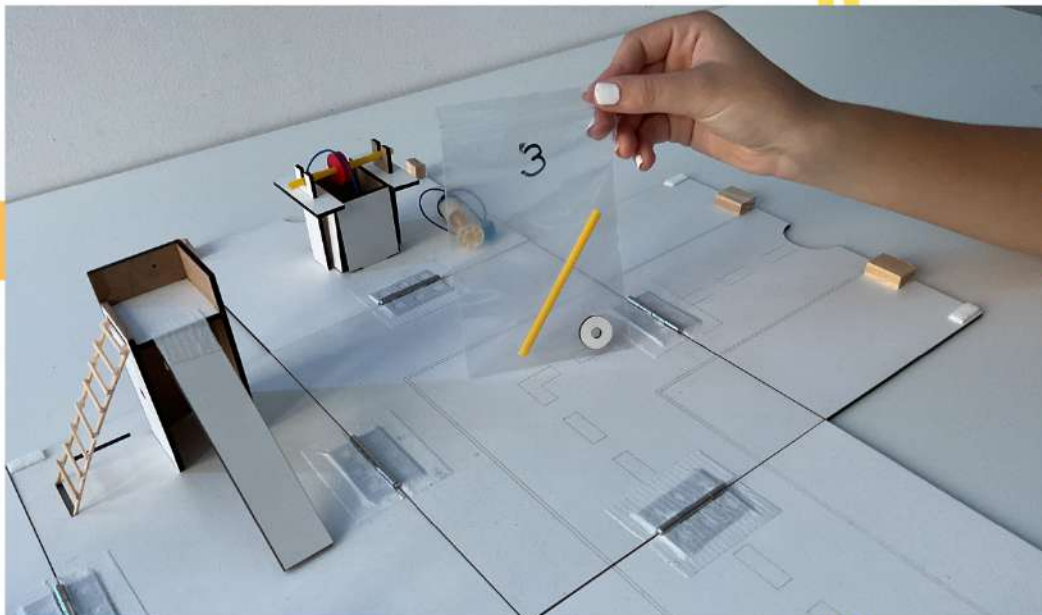
7



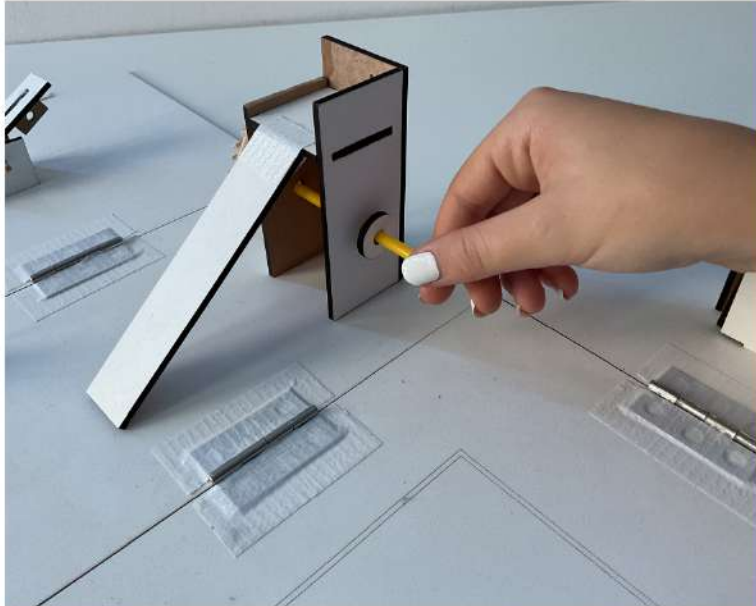
x1



Bossa 3



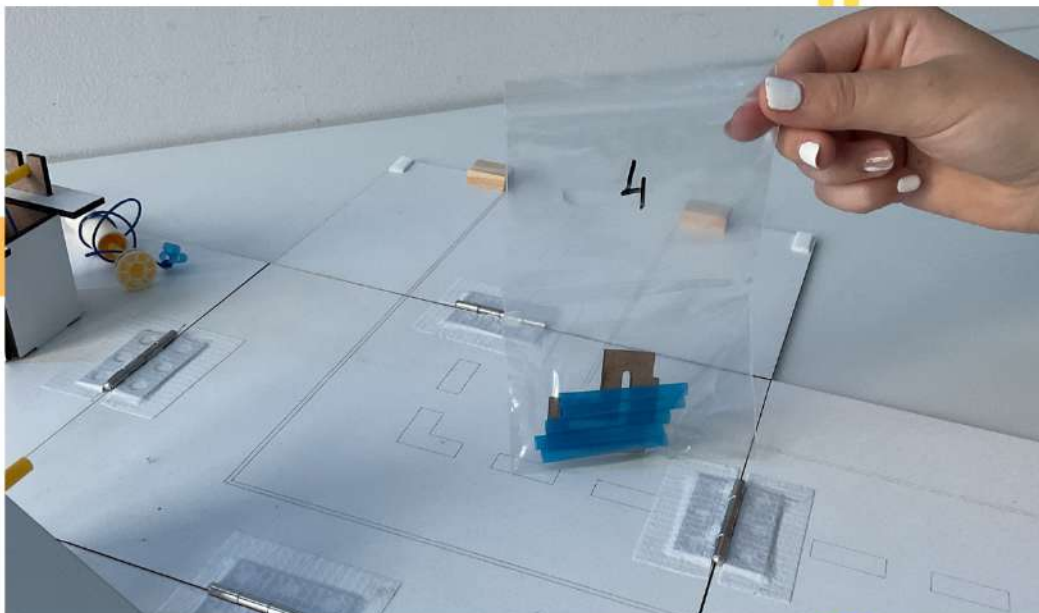
8



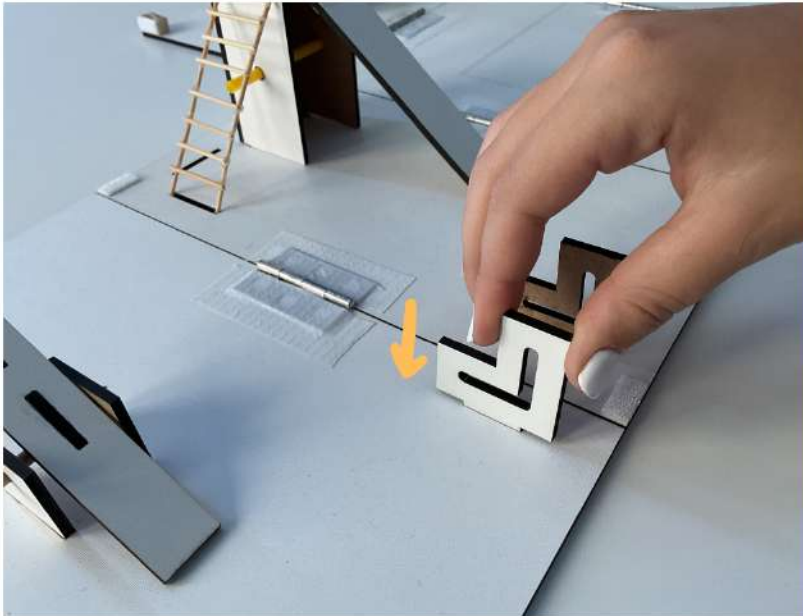
x1



Bossa 4



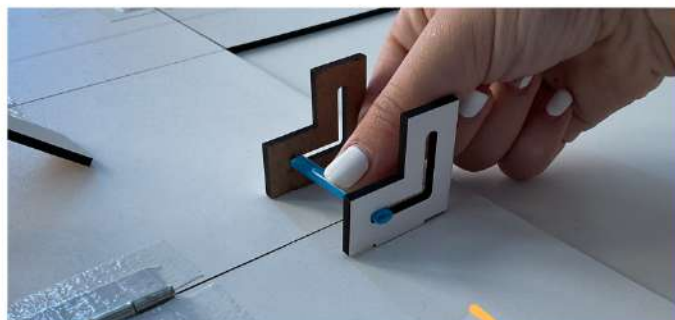
9



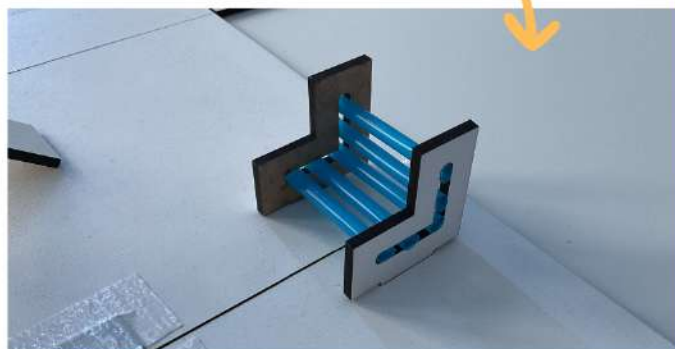
x1



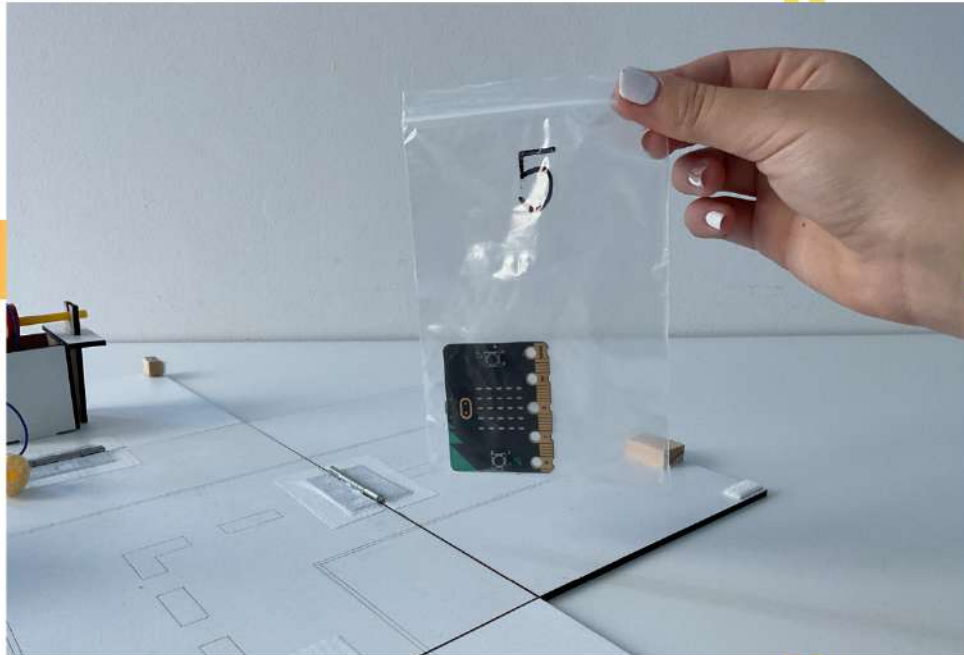
10



x5



Bossa 5



a programar ! ➡

Figura 48: Instruccions de la primera caixa d'aprenentatge. (FONT. Elaboració pròpia.)

Activitats finals

A continuació es mostren les activitats finals desenvolupades per aquesta caixa d'aprenentatge.

MÀQUINES SIMPLES

Caixa d'aprenentatge 1: Activitat final

Posa el nom de les màquines simples treballades, i digues algun exemple de la seva utilització a la vida real.



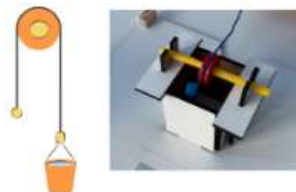
Nom de la màquina:

Exemples:



Nom de la màquina:

Exemples:



Nom de la màquina:

Exemples:



Nom de la màquina:

Exemples:



Nom de la màquina:

Exemples:

MÀQUINES SIMPLS

Caixa d'aprenentatge 1: **Respostes**

Posa el nom de les màquines simples treballades, i digues algun exemple de la seva utilització a la vida real.



Nom de la màquina: **Palanca**

Exemples: **Tisora, balanci...**



Nom de la màquina: **Plana inclinada**

Exemples: **Rampa, tobogan...**



Nom de la màquina: **Polipha**

Exemples: **Elevat càrreges (pau), grües, cortines...**



Nom de la màquina: **Torn**

Exemples: **Elevat càrreges (pau)...**



Nom de la màquina: **Roda**

Exemples: **Roda d'un vehicle...**



Figura 49: Activitats finals de la primera caixa d'aprenentatge. (FONT. Elaboració pròpia.)

ANNEX VI: Caixa d'aprenentatge II

Proves amb cartó

En el cas d'aquesta segona caixa d'aprenentatge, abans d'imprimir amb fusta, vaig provar de realitzar la torre necessària per subjectar tots els engranatges.



**Figura 50: Prototip de la torre on es subjecten els engranatges realitzats amb cartó
(FONT. Elaboració pròpia.)**

Esbossos

Tot seguit hi ha unes imatges dels esbossos fets de les peces que es volen imprimir a partir de la impressora làser.

Figura 51: Esbós de la caixa d'aprenentatge II. (FONT. Elaboració pròpia.)

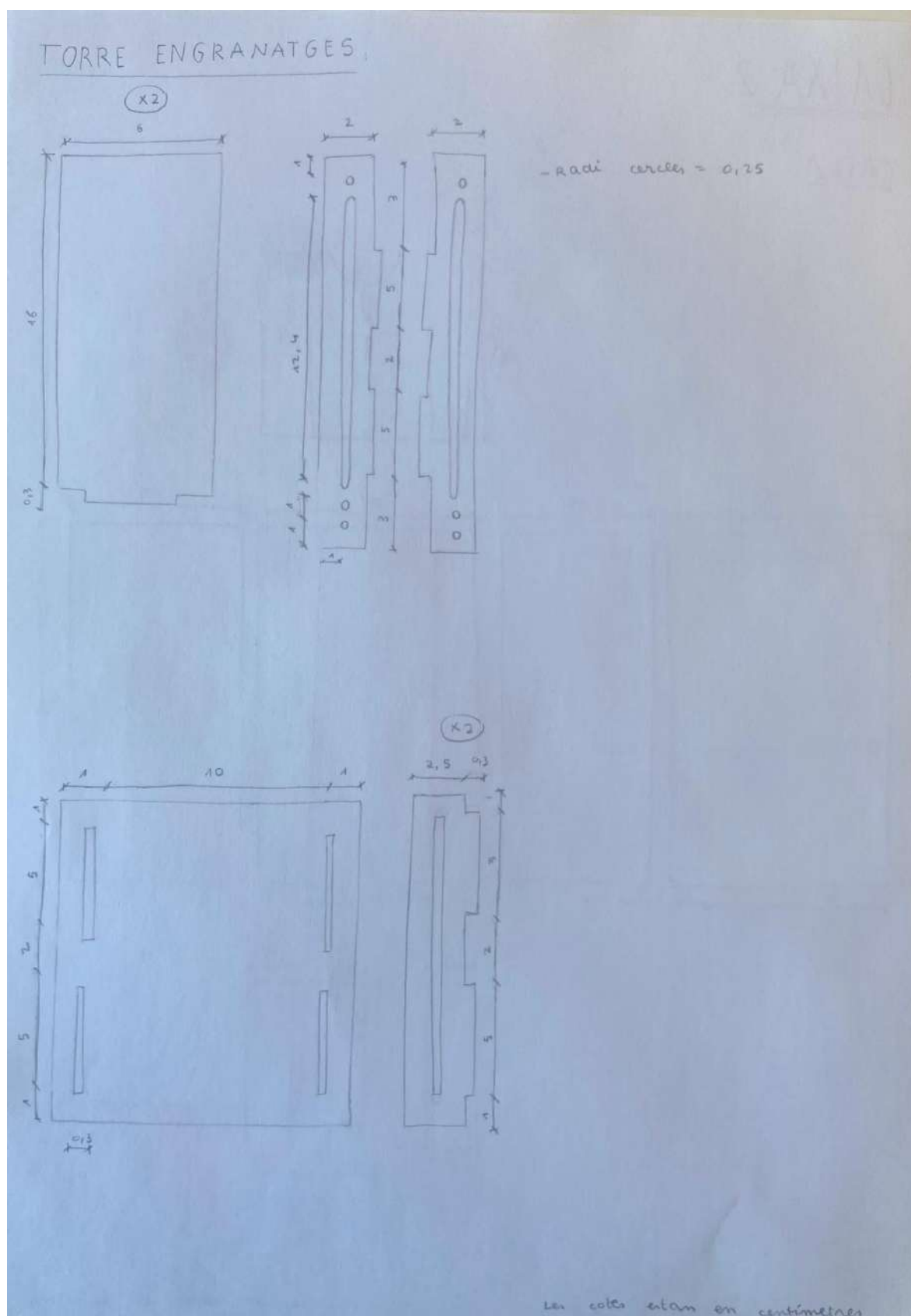


Figura 52: Esbós de la torre on es col·loquen els engranatges i de les peces necessàries per l'elevator de tisores de la caixa d'aprenentatge II. (FONT. Elaboració pròpia.)

Dissenys amb LightBurn

Aquestes són les peces dissenyades amb LightBurn:

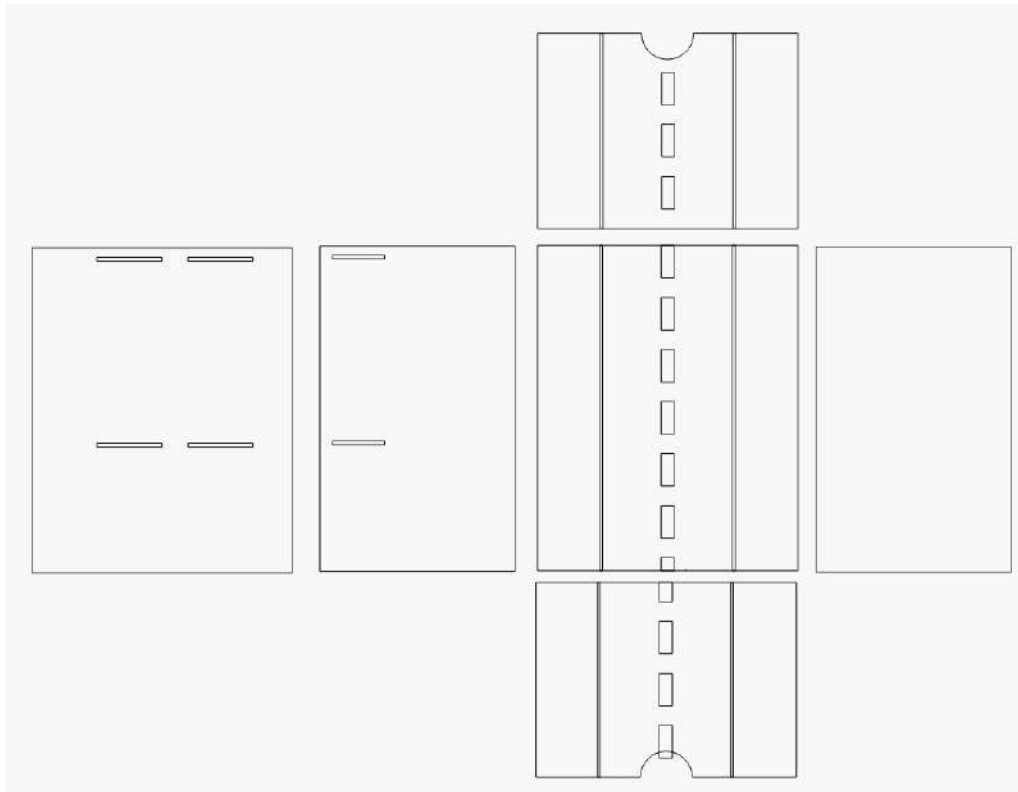


Figura 53: Disseny amb el programa LightBurn de la caixa d'aprenentatge II
(FONT. Elaboració pròpia.)

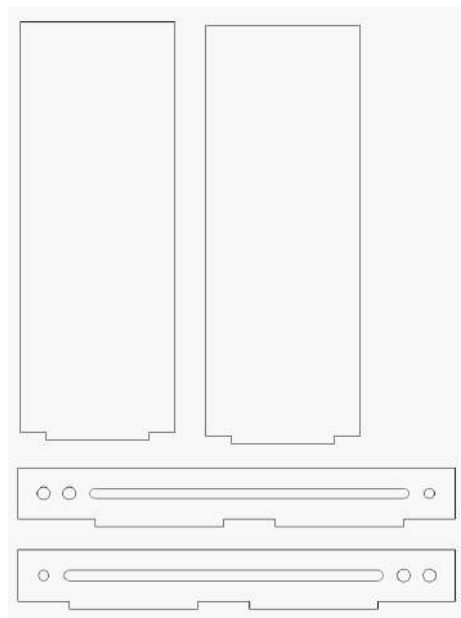
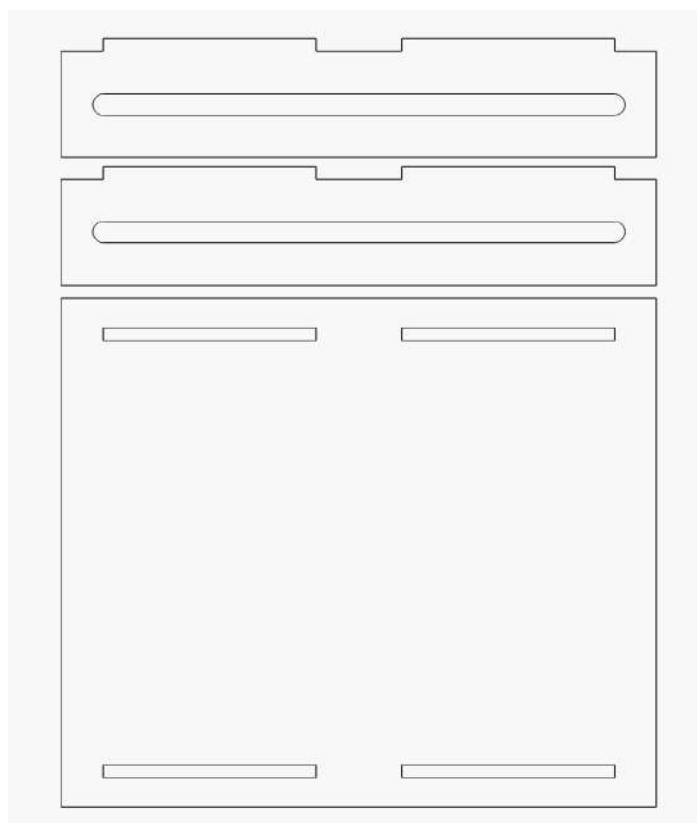


Figura 54: Disseny amb el programa LightBurn de la torre on es subjecten tots els engranatges
(FONT. Elaboració pròpia.)



**Figura 55: Disseny amb el programa LightBurn de les peces necessàries per a l'elevador de tisores.
(FONT. Elaboració pròpia.)**

Plànols

A continuació es mostren els plànols creats amb LibreCAD de les peces fetes a partir de Lightburn.

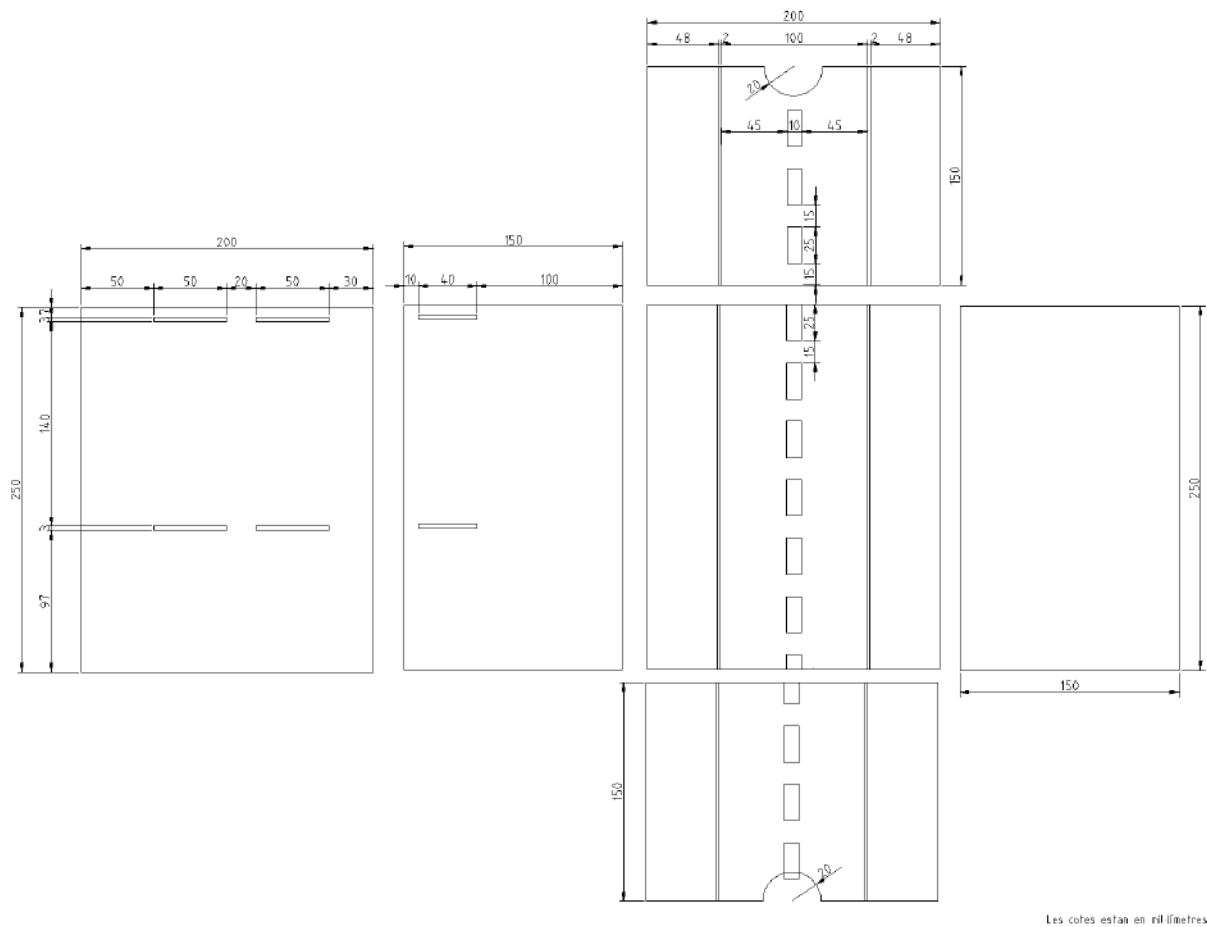


Figura 56: Plànols de la caixa d'aprenentatge II. (FONT. Elaboració pròpia.)

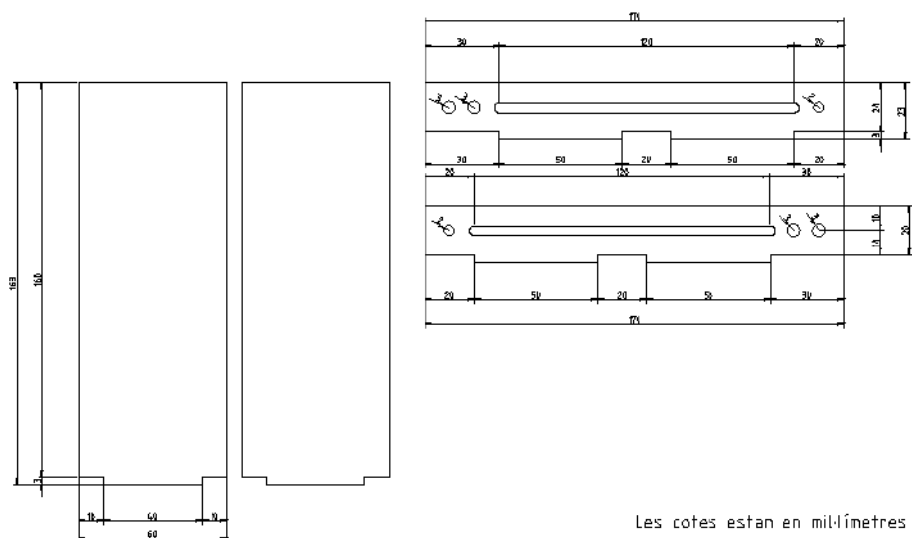
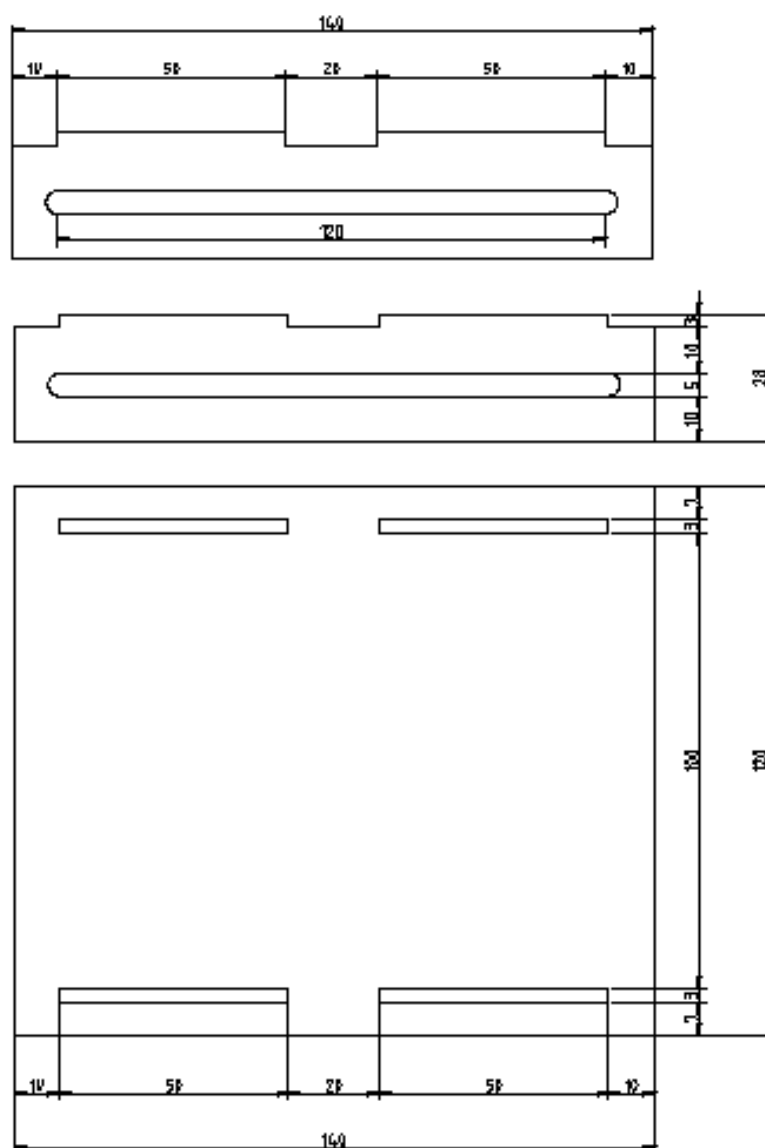


Figura 57: Plànols de la torre dels engranatges de la caixa d'aprenentatge II.
(FONT. Elaboració pròpia.)



Les cotes estan en mil·límetres

Figura 58: Plànols de les peces necessàries per l'elevador de tisores de la caixa d'aprenentatge II.
(FONT. Elaboració pròpia.)

Procés de muntatge

En aquest apartat hi ha algunes fotografies del procés de muntatge d'aquesta caixa.

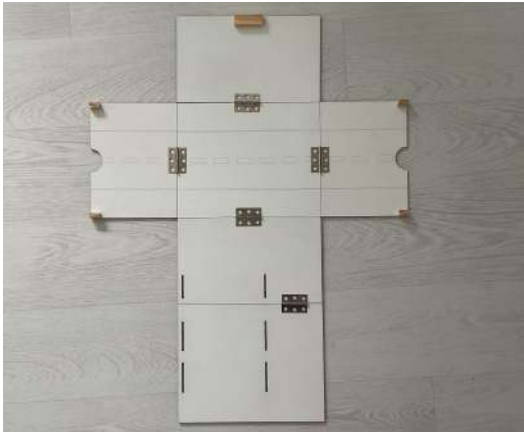


Figura 59: Caixa desplegada un cop col·locat les xarneres. (FONT. Elaboració pròpia.)



Figura 60: Caixa desplegada després de posar cinta adhesiva sobre les xarneres per assegurar que no es trenquin. (FONT. Elaboració pròpia.)



Figura 61: Fent forats als pals de fusta per poder muntar l'elevador de tisores. (FONT. Elaboració pròpia.)



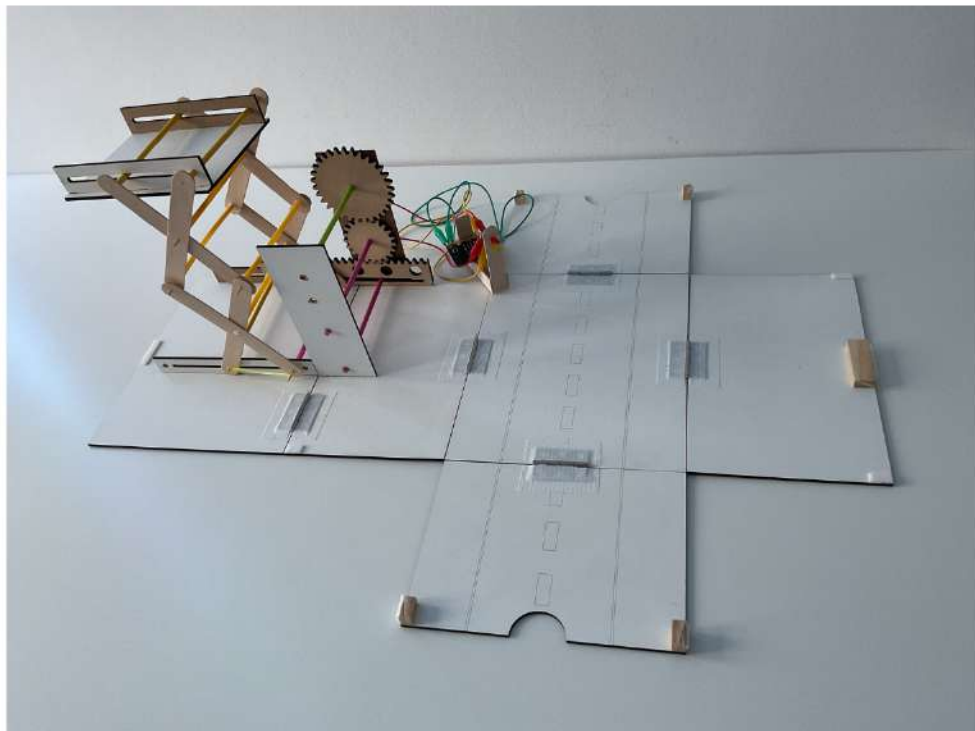
Figura 62: Elevador de tisores muntat per aquesta caixa (FONT. Elaboració pròpia.)

Instruccions del muntatge de la caixa

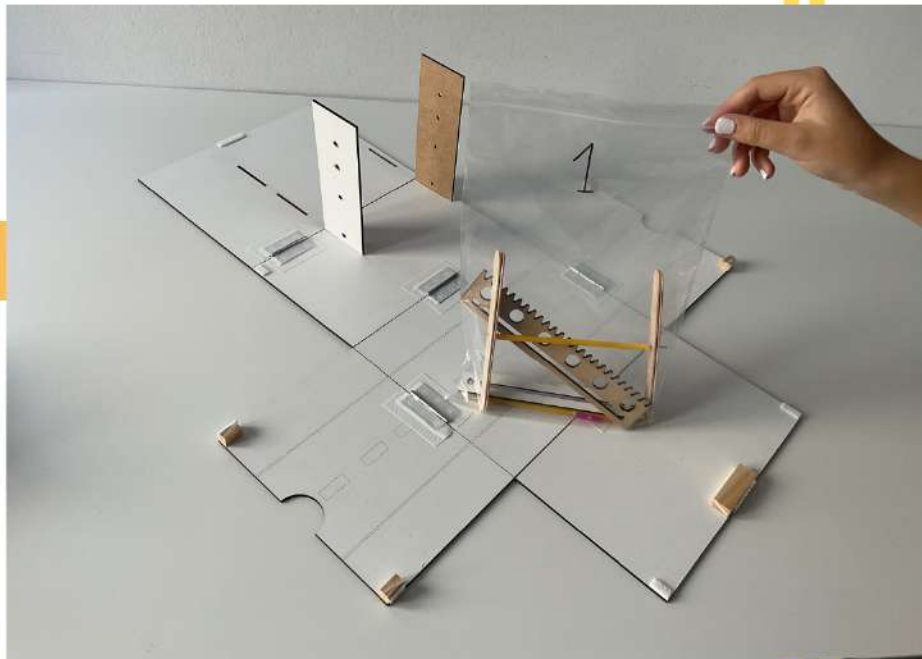
En les següents pàgines es mostren les instruccions de la segona caixa d'aprenentatge destinades al muntatge i treball de la transmissió i transformació del moviment.

CAIXA D'APRENENTATGE 2

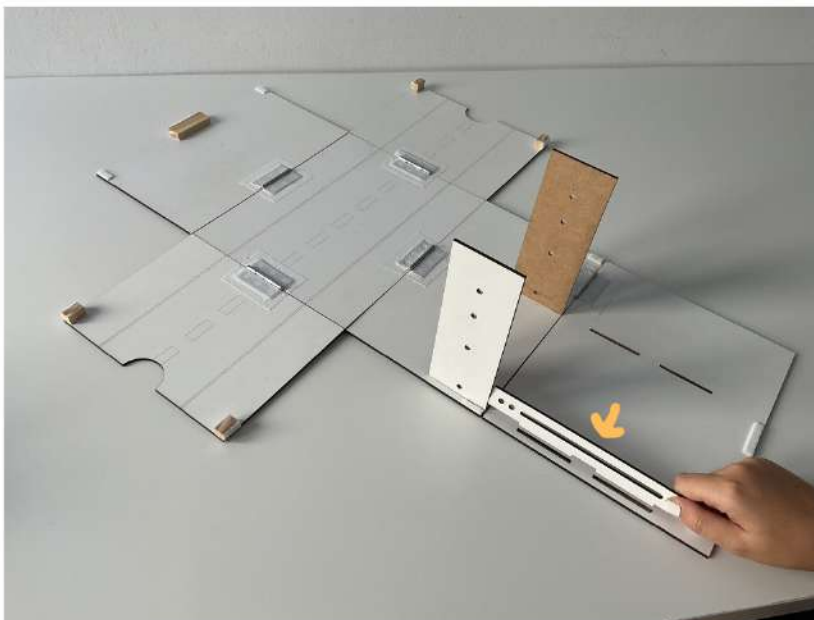
TRANSMISIÓ DEL MOVIMENT



Bossa 1



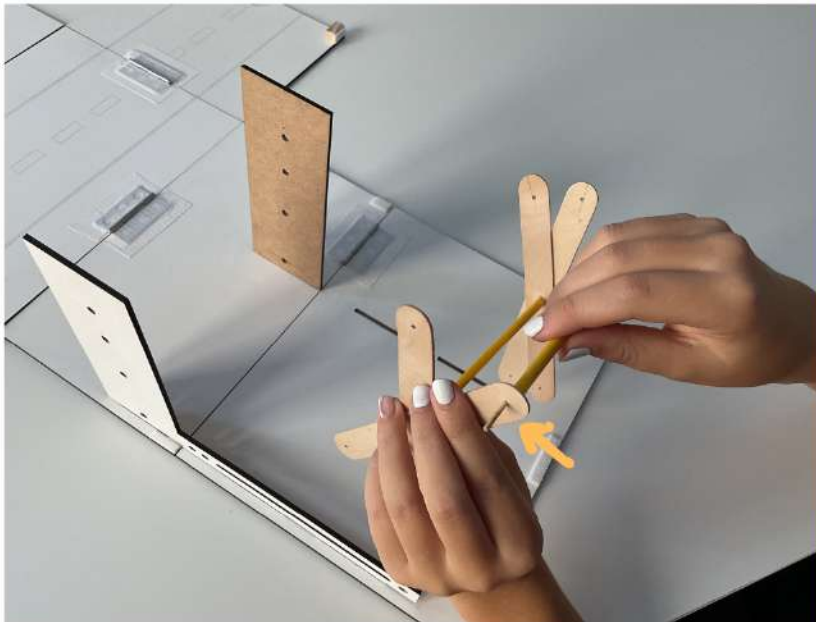
1



x1



2



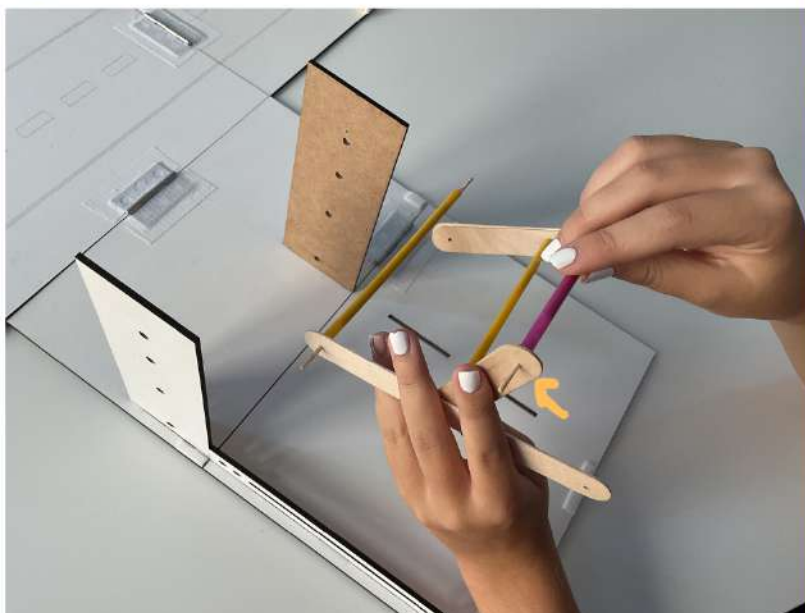
x1



x1



3



x1



4



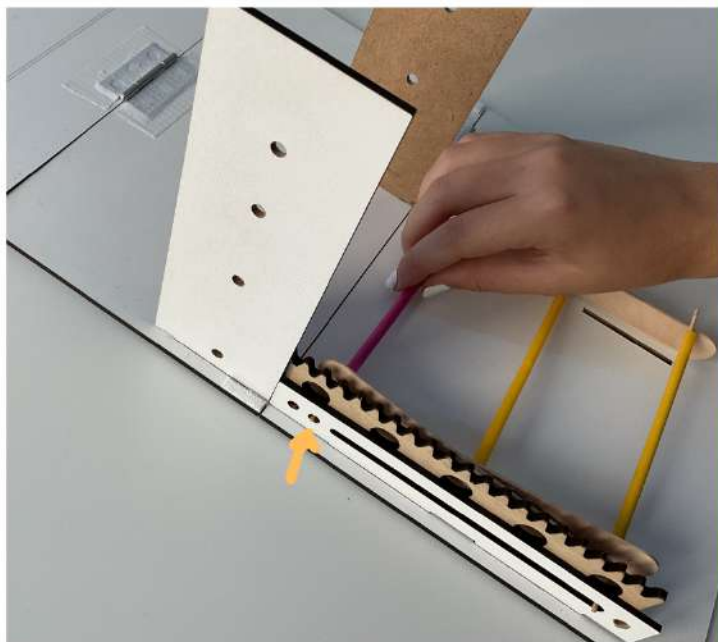
x1



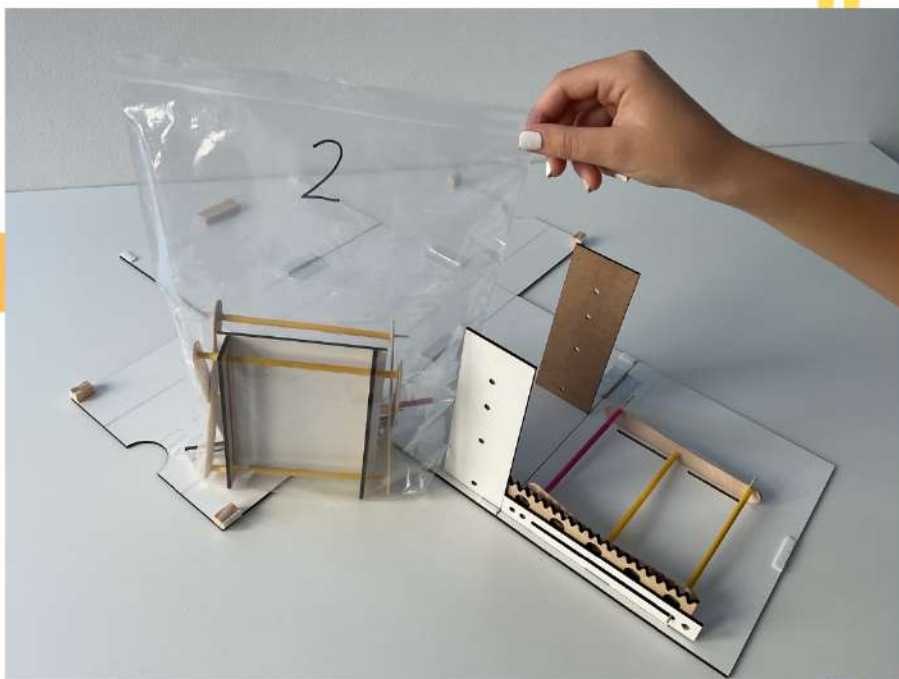
5



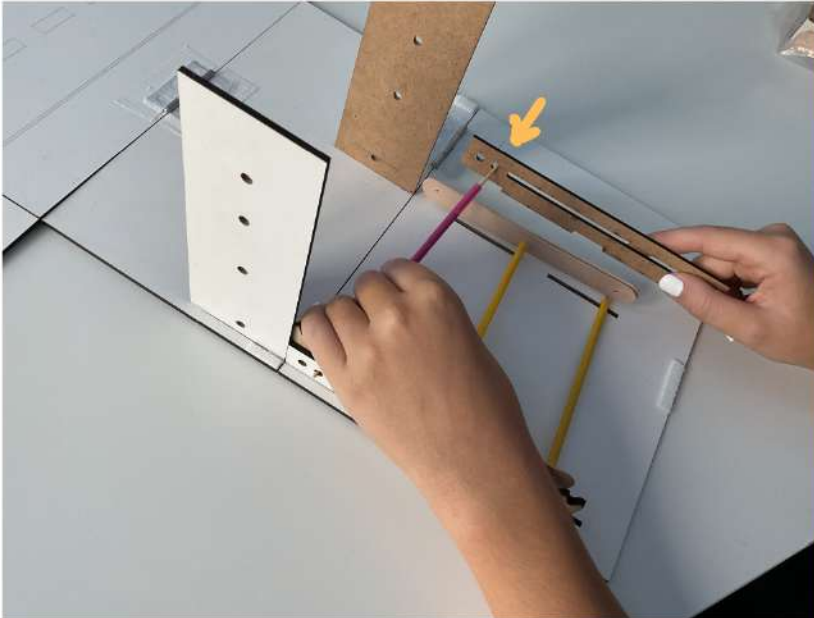
6



Bossa 2



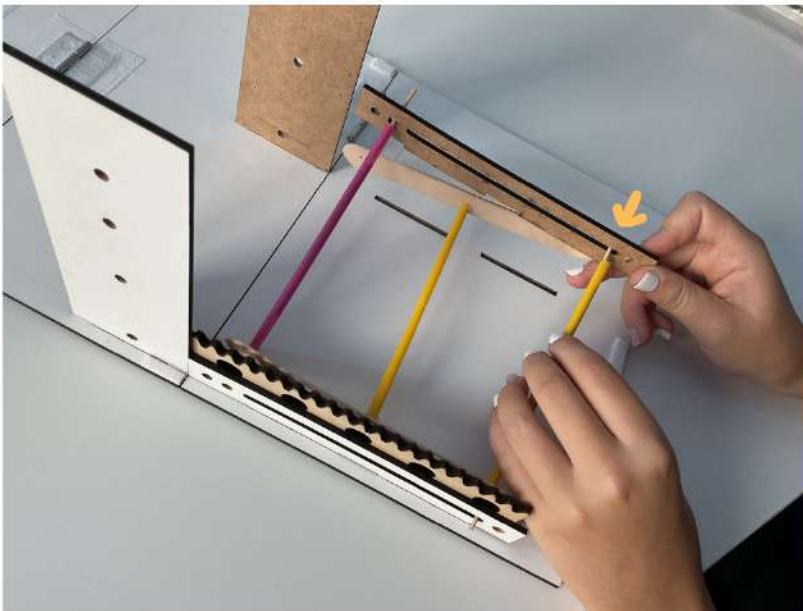
7



x1



8



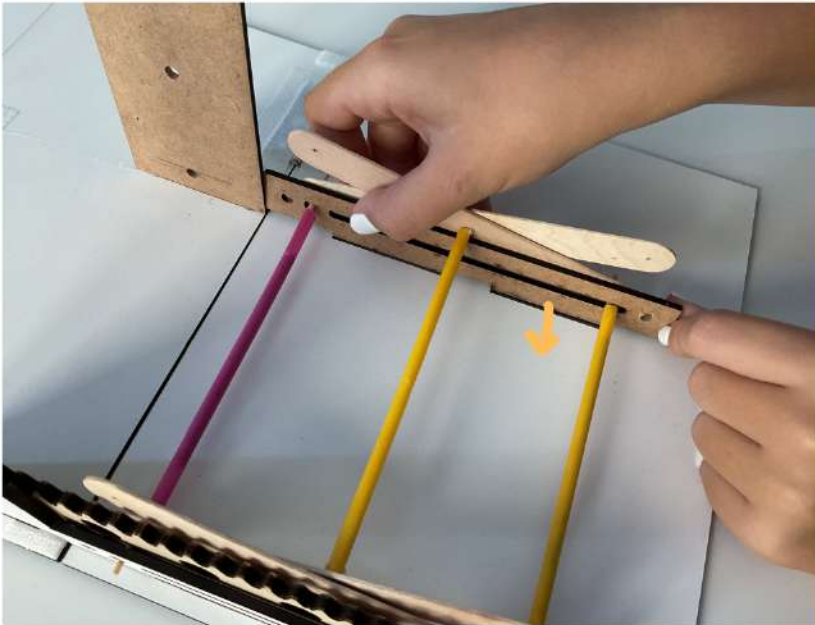
9



10



11



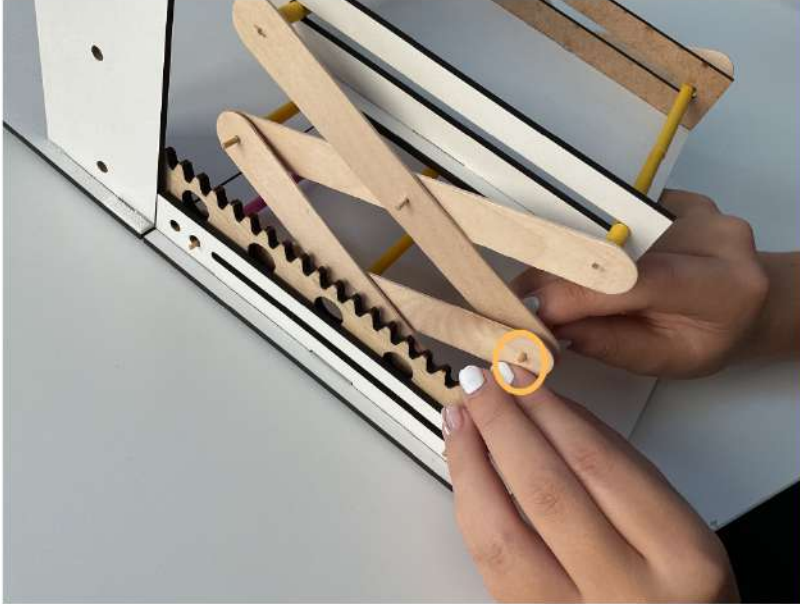
12



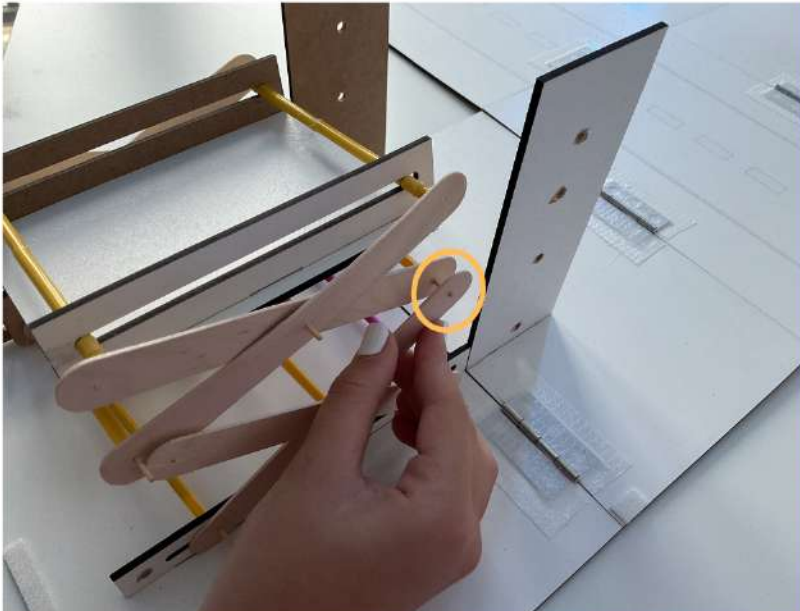
x1



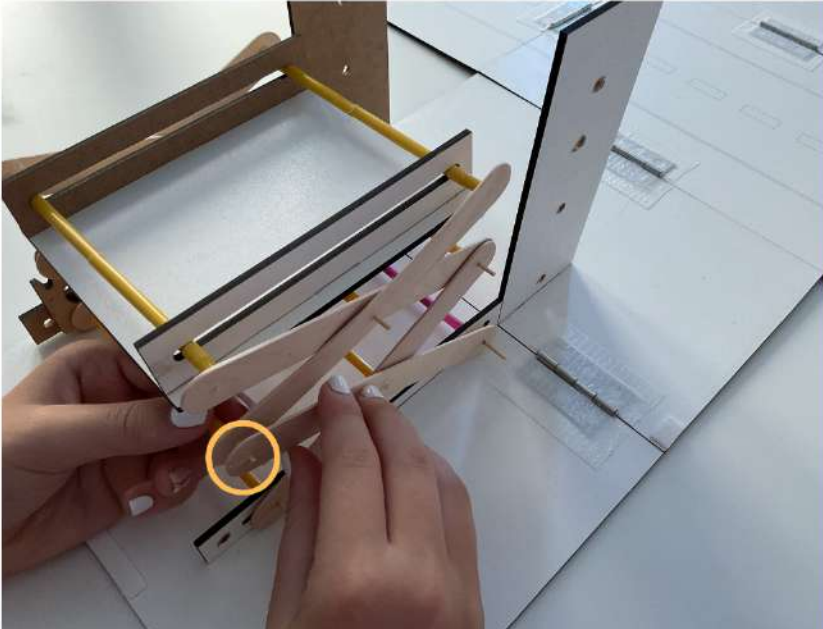
13



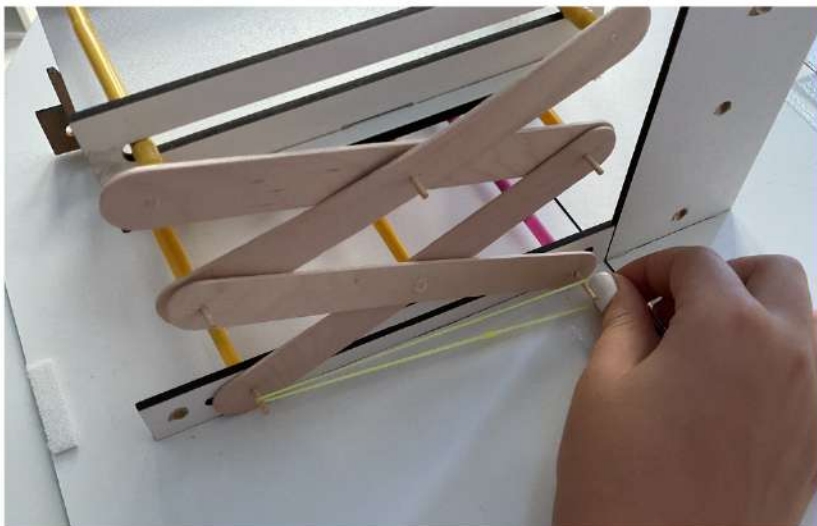
14



15



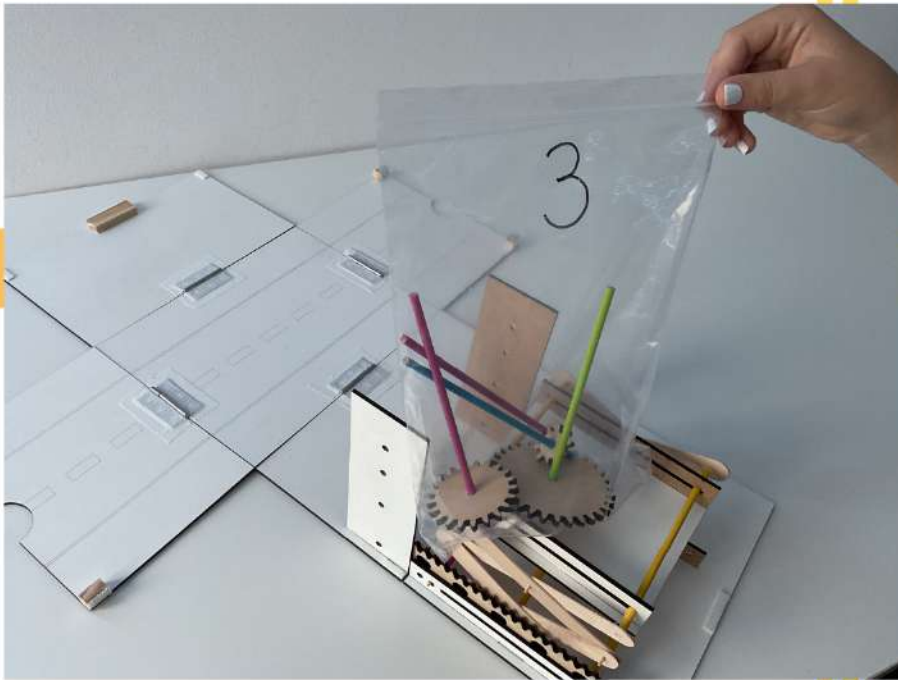
16



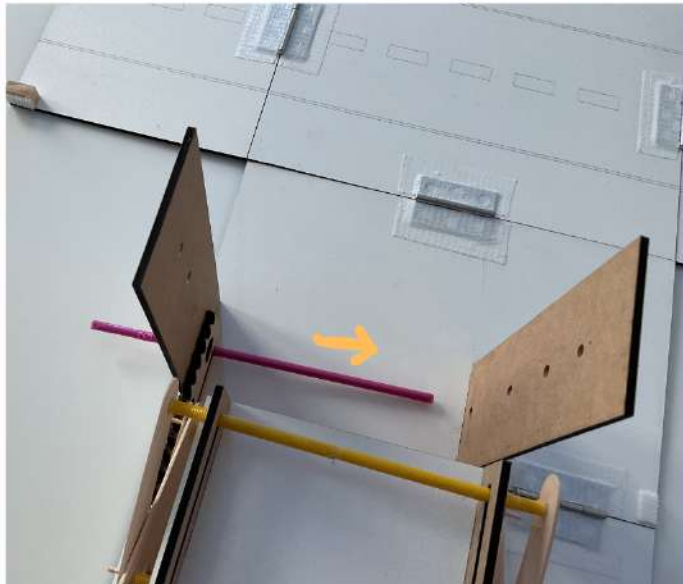
x1



Bossa 3



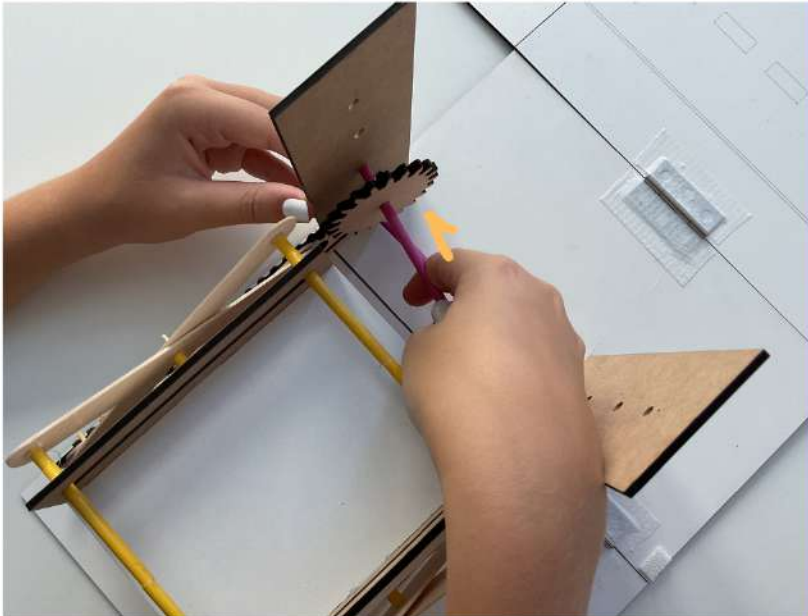
17



x1



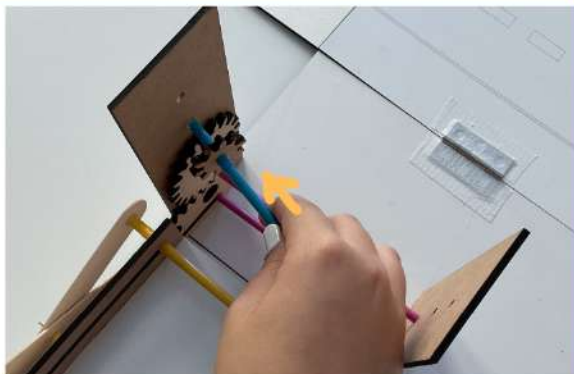
18



x1



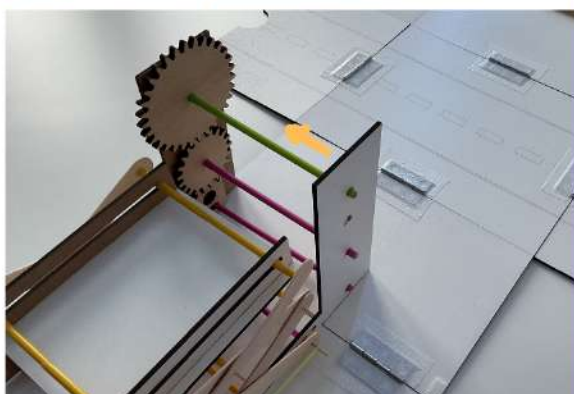
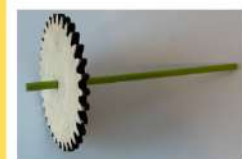
19



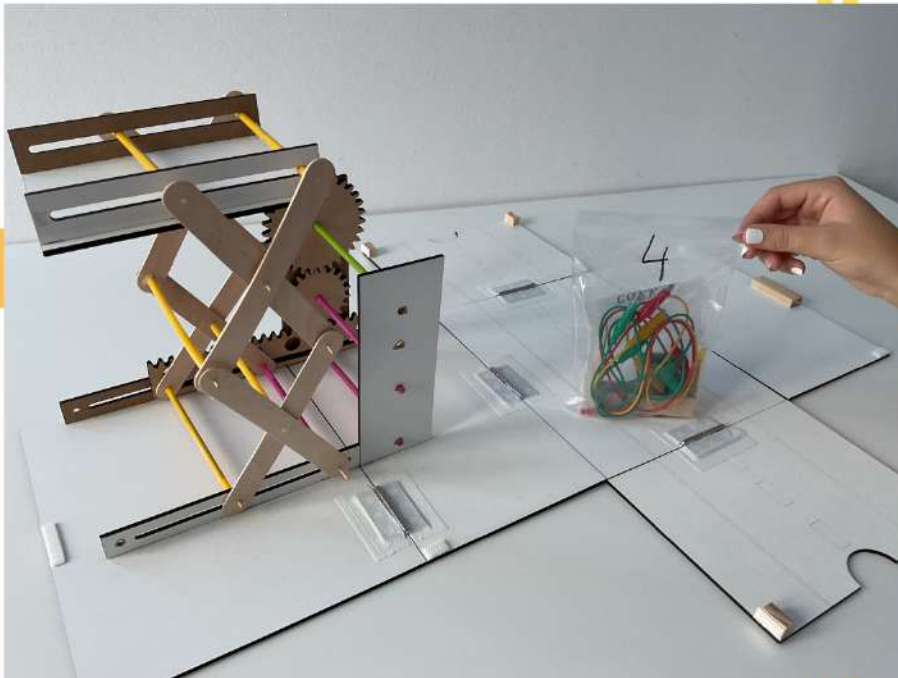
x1



x1



Bossa 4



20



x1



x1



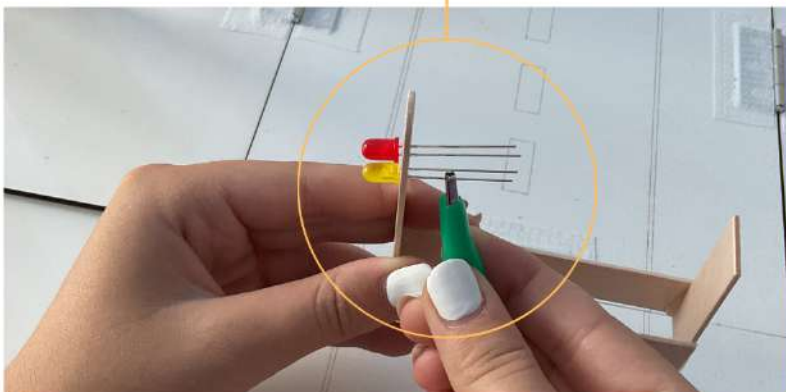
21



x1



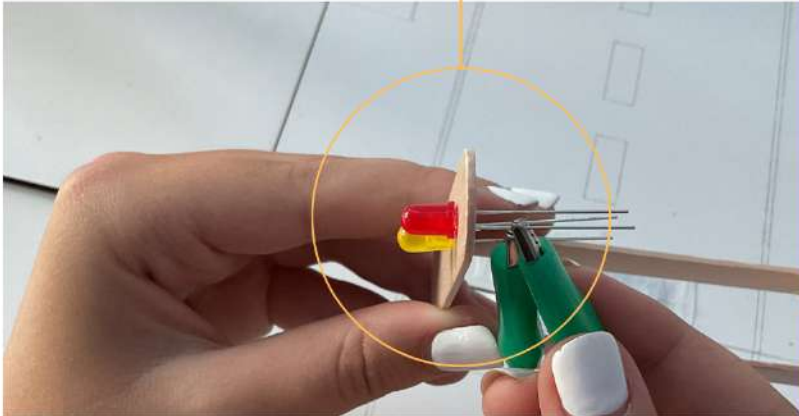
22



x1



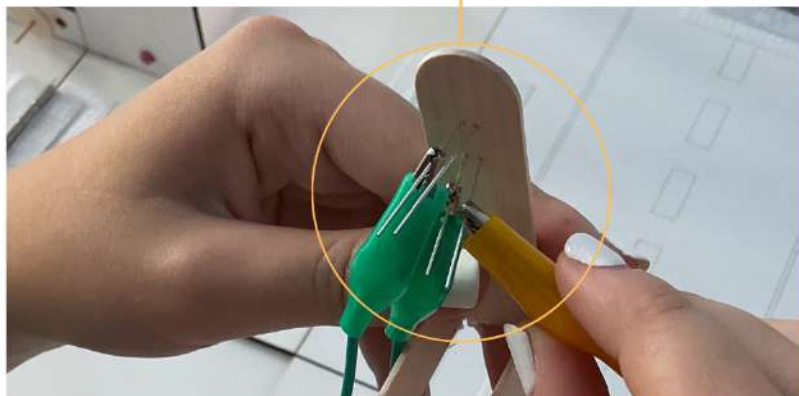
23



x1



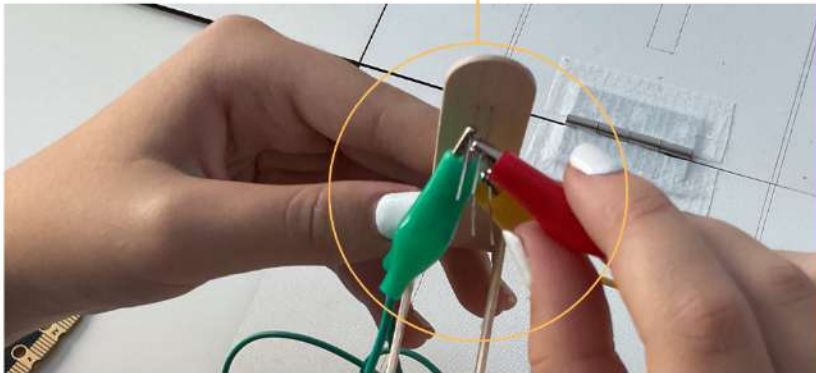
24



x1



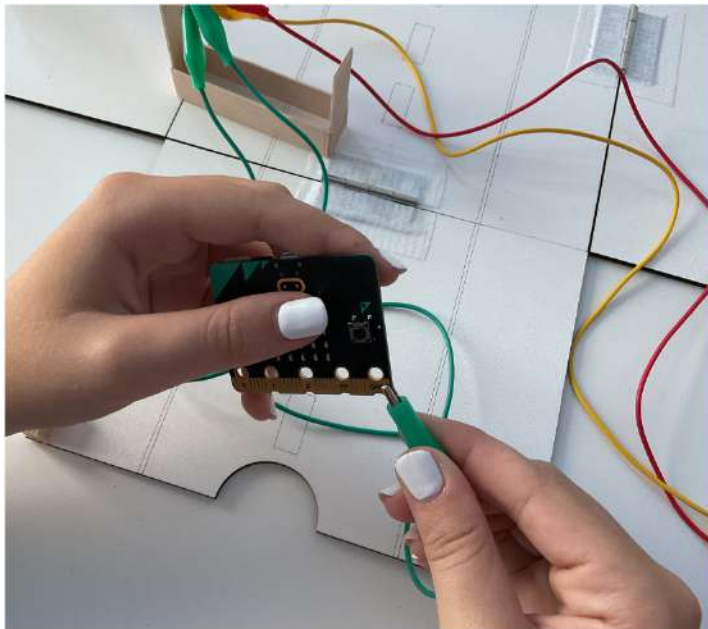
25



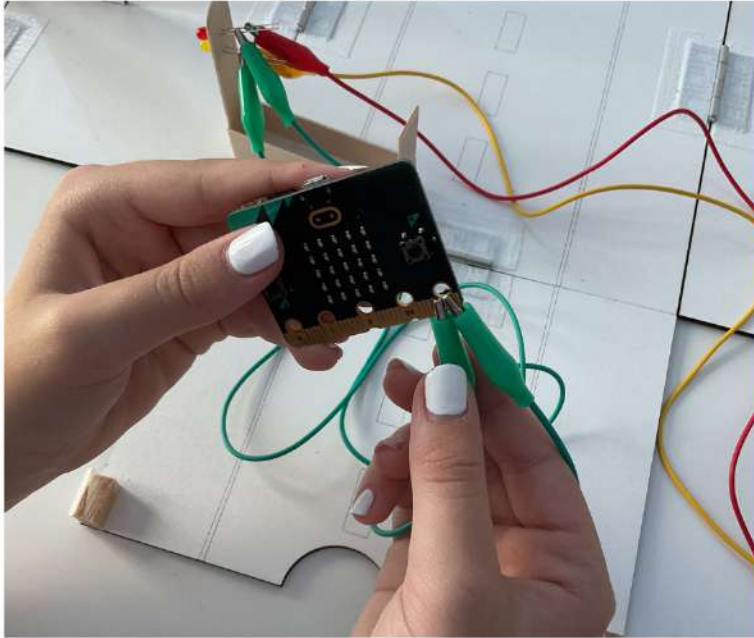
x1



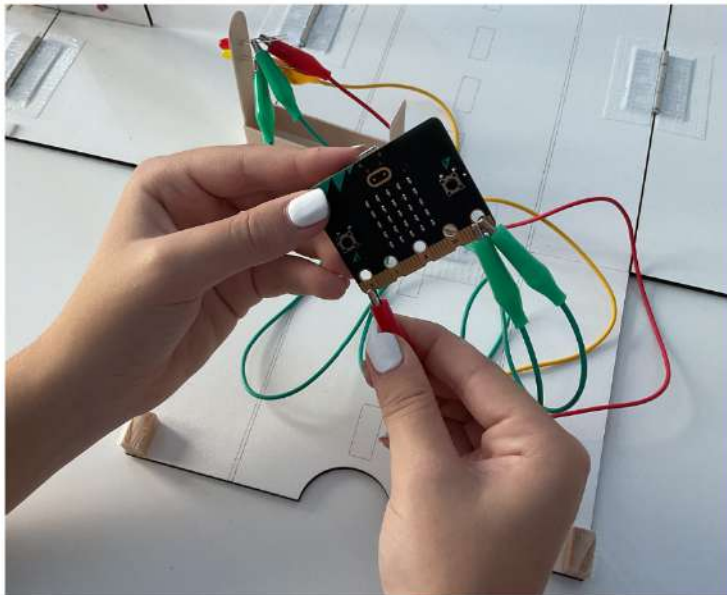
26



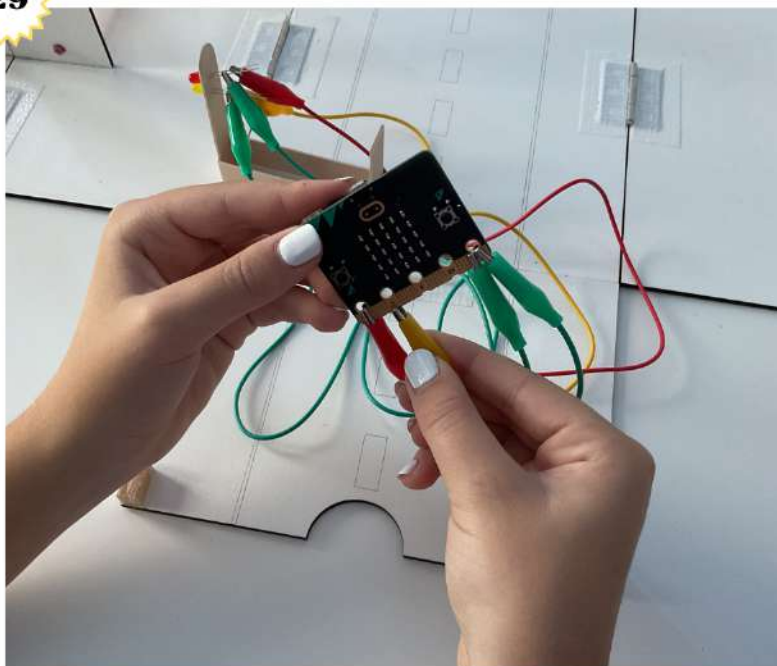
27



28



29



a programar ! ➡

Figura 63. Instruccions de la segona caixa d'aprenentatge. (FONT. Elaboració pròpia.)

Activitats finals:

A continuació es mostren les activitats finals realitzades per aquesta caixa d'aprenentatge.

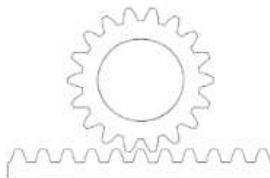
TRANSMISSIÓ I TRANSFORMACIÓ

Caixa d'aprenentatge 1: Activitat final

Dibuixa la relació que poden tenir dos engranatges per aconseguir força o velocitat:



Anomena el nom de les diferents maneres en què estan connectats els següents mecanismes de transmissió i transformació del moviment:

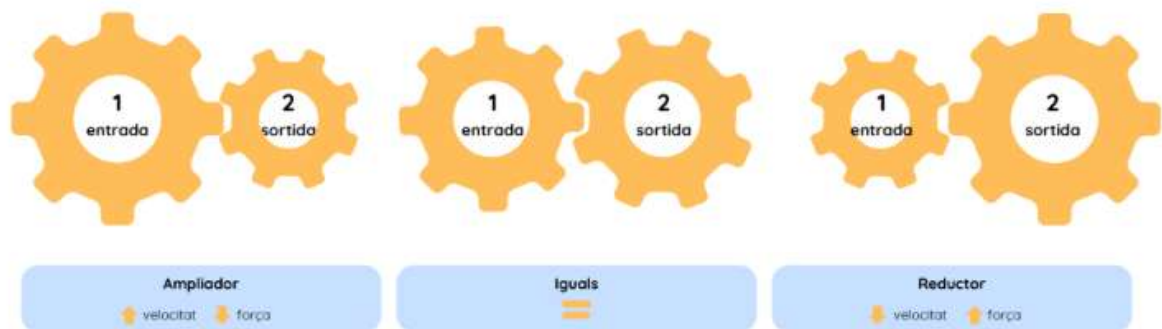


Digues alguns exemples on s'utilitzen els engranatges:

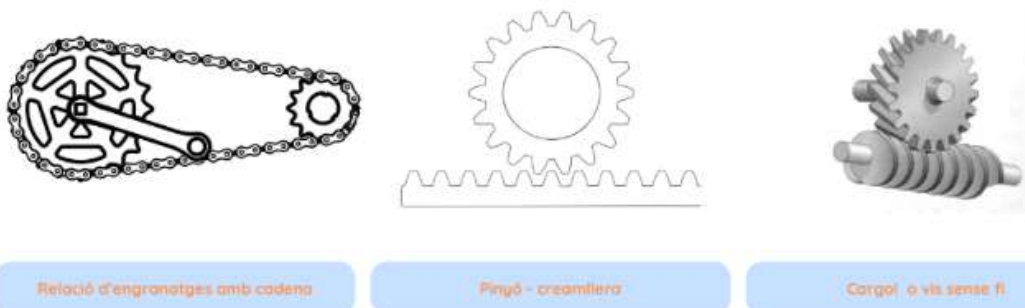
TRANSMISSIÓ I TRANSFORMACIÓ

Caixa d'aprenentatge 1: **Respostes**

Dibuixa la relació que poden tenir dos engranatges per aconseguir força o velocitat:



Anomena el nom de les diferents maneres en què estan connectats els següents mecanismes de transmissió i transformació del moviment:



Digues alguns exemples on s'utilitzen els engranatges:

- Centrals elèctriques
- Mecanismes de transports com per exemple en un cotxe
- Motors de les màquines

Figura 64: Activitats finals de la segona caixa d'aprenentatge. (FONT. Elaboració pròpia.)

ANNEX VII: Caixa d'aprenentatge III

Proves amb cartó

En aquest cas, abans d'utilitzar la impressora làser, he muntat la torre per subjectar el pont amb cartó.



Figura 65: Prototip de la torre realitzat amb cartó
(FONT. Elaboració pròpia.)

Esbossos

A continuació es mostren els esbossos de les peces que s'han d'imprimir amb la impressora làser.

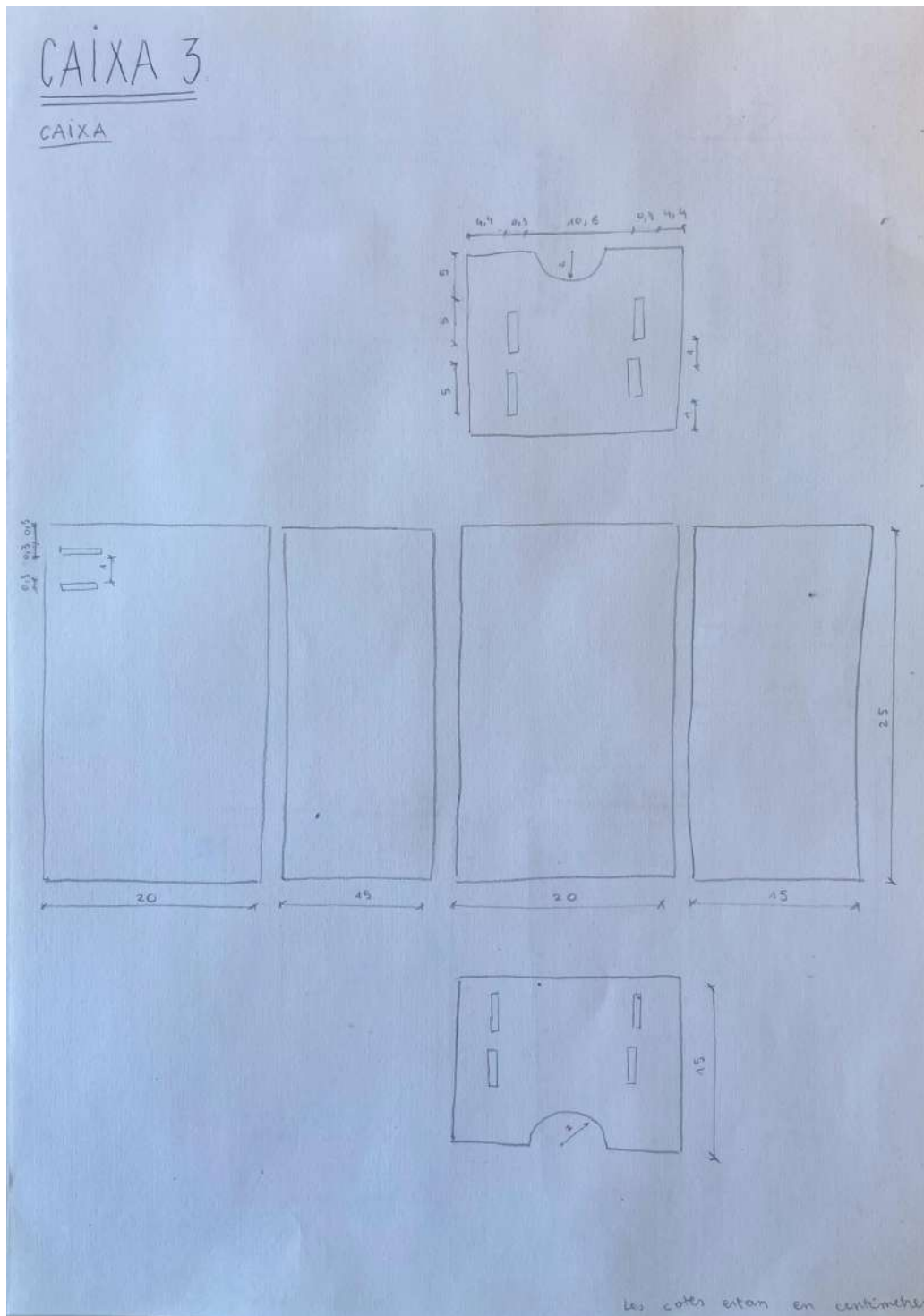


Figura 66: Esbós de la caixa d'aprenentatge III. (FONT. Elaboració pròpia.)

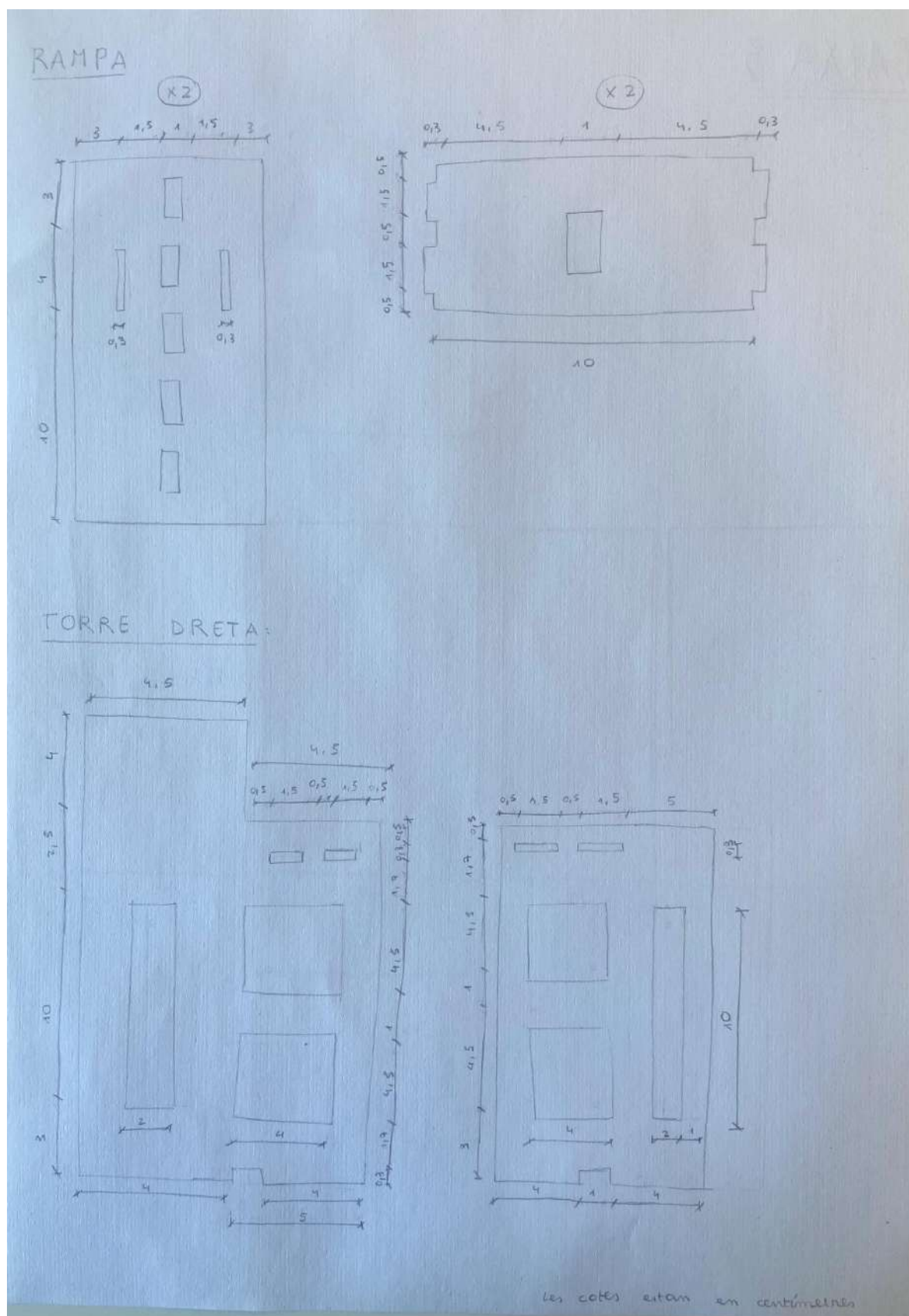


Figura 67: Esbós de peces necessàries per la construcció de la caixa d'aprenentatge III.
(FONT. Elaboració pròpia.)

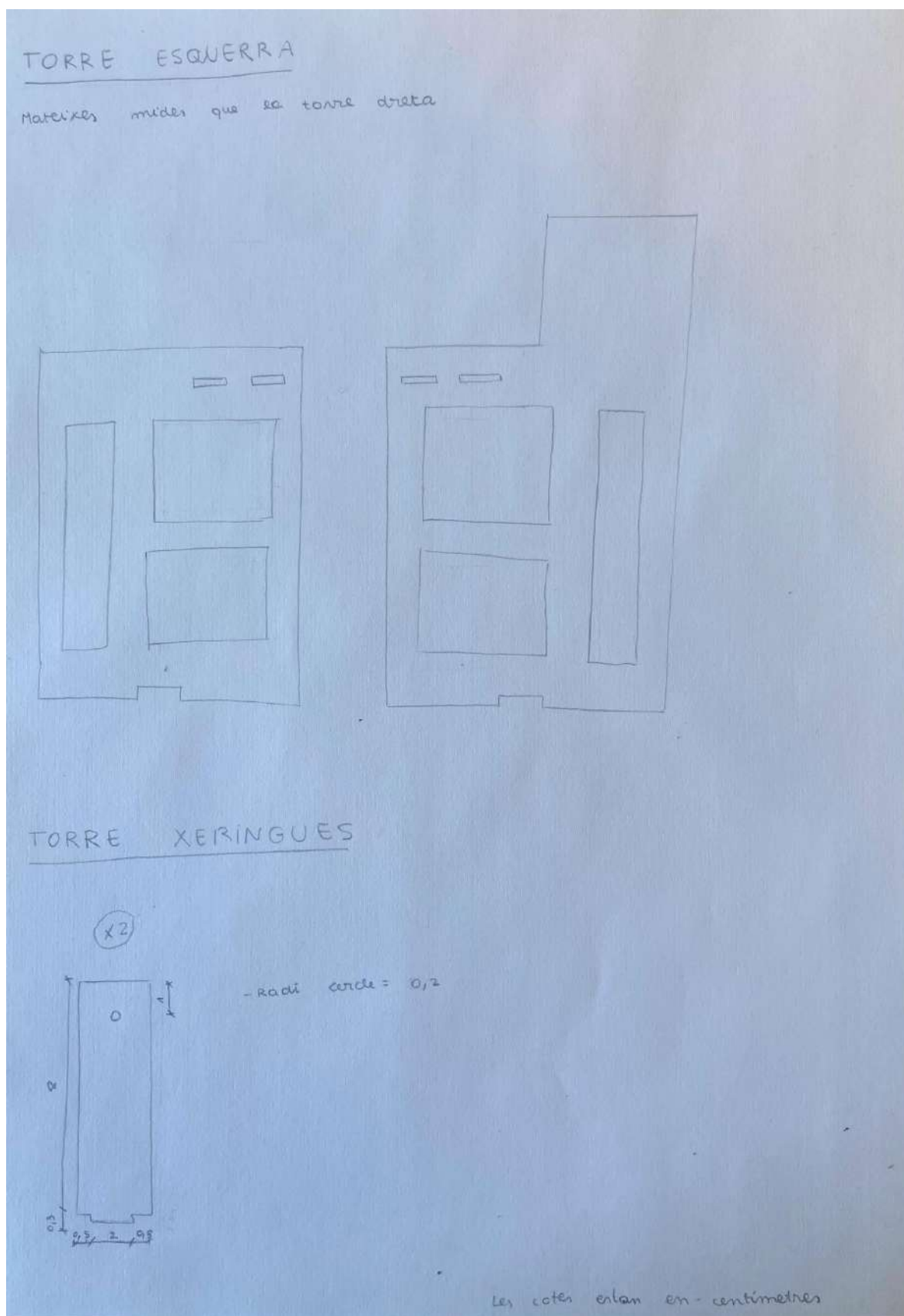


Figura 68: Esbós de peces necessàries per la construcció de la caixa d'aprenentatge III.
(FONT. Elaboració pròpia.)

Dissenys amb LightBurn

A continuació es mostren els dissenys de les peces que he imprès per realitzar aquesta última caixa d'aprenentatge.

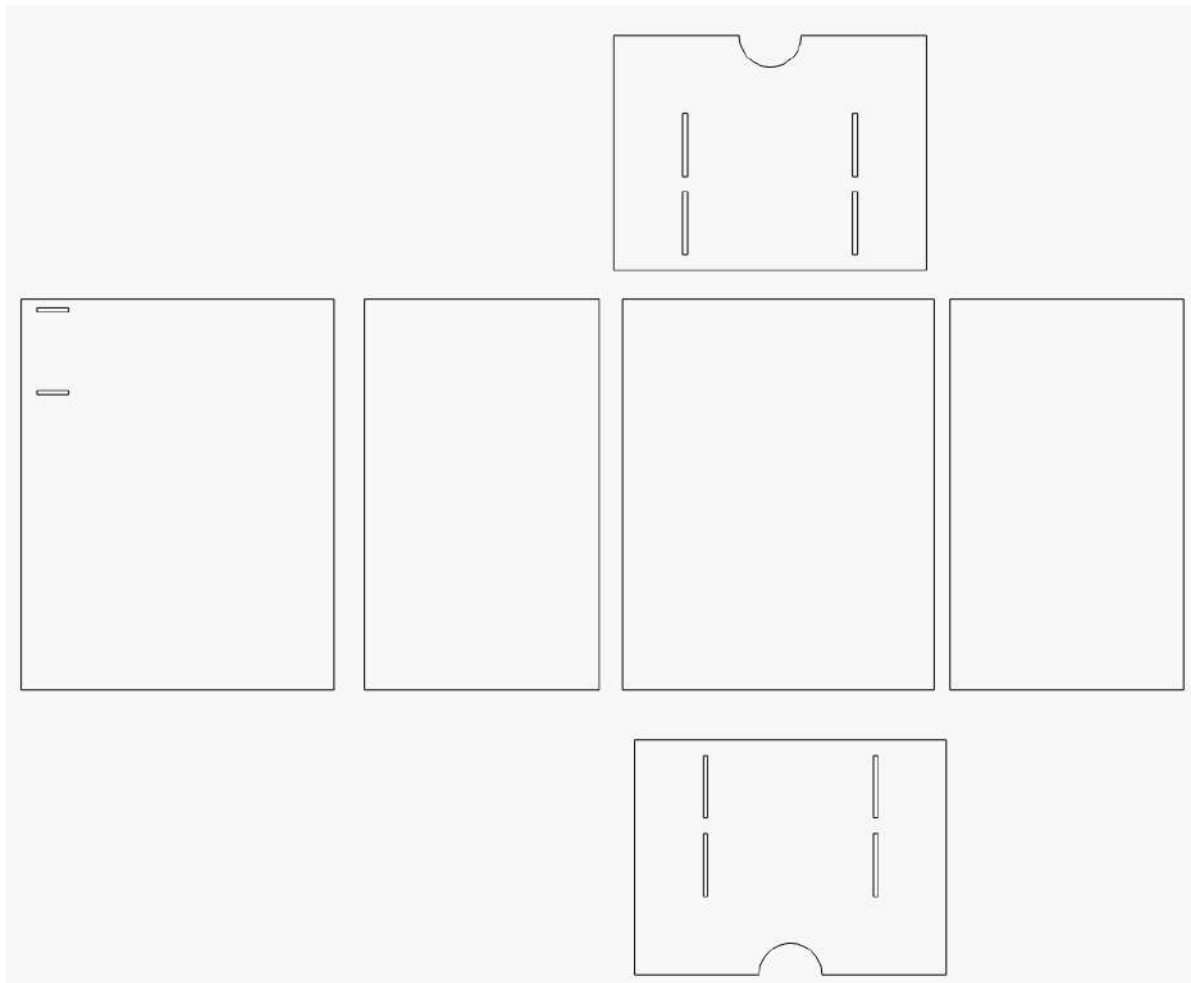


Figura 69: Disseny amb el programa LightBurn de la caixa d'aprenentatge relacionada amb la pneumàtica. (FONT. Elaboració pròpia.)

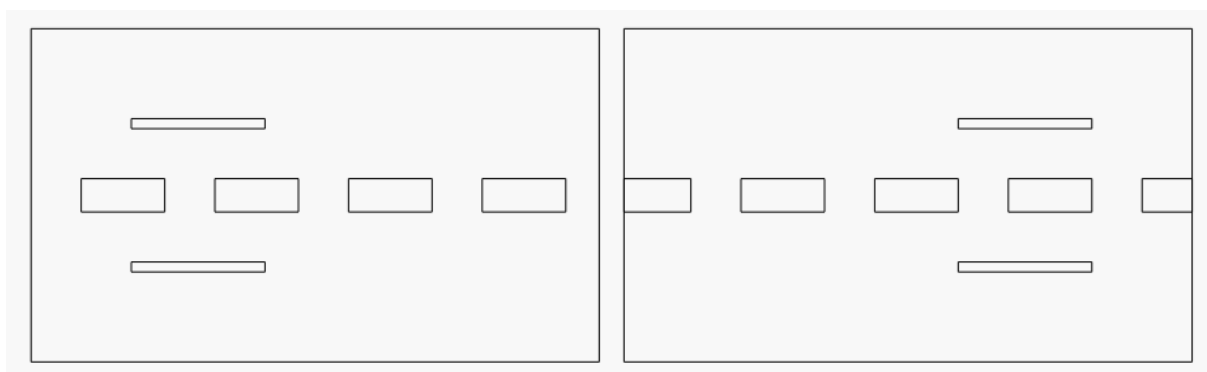


Figura 70: Disseny amb el programa LightBurn de les peces del pont. (FONT. Elaboració pròpia.)

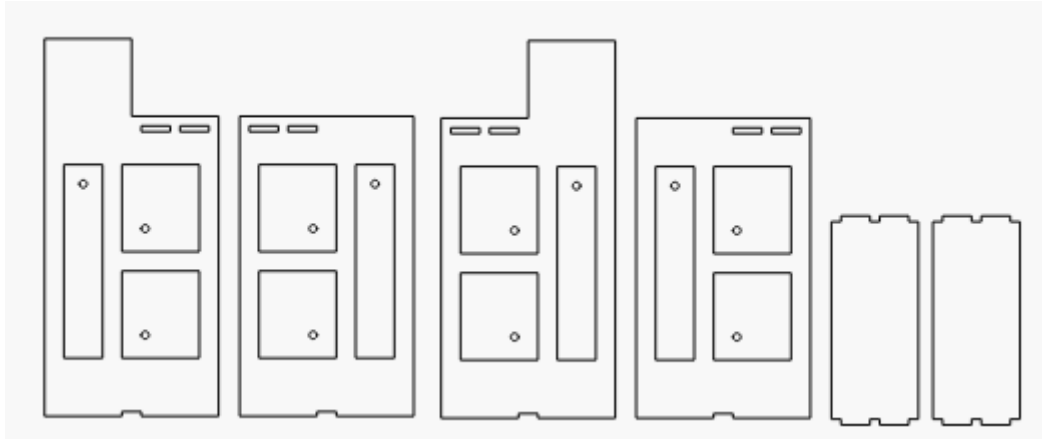


Figura 71: Disseny amb el programa LightBurn de les peces de la torre que subjecten al pont, que a l'interior contenen peces necessàries per subjectar el pont i les xeringues.
(FONT. Elaboració pròpia.)

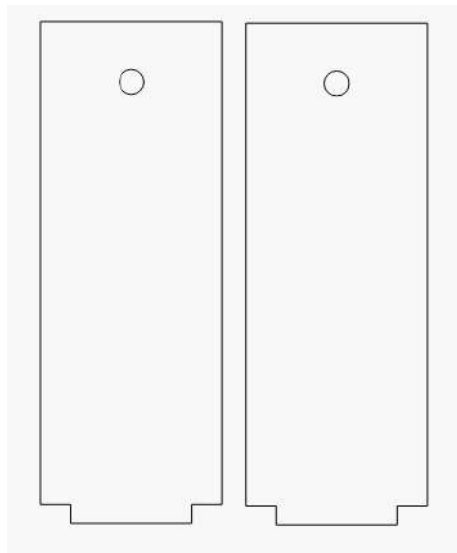


Figura 72: Disseny amb el programa LightBurn de les peces de la torre que subjecten les xeringues.
(FONT. Elaboració pròpia.)

Plànols

A partir d'aquestes peces, he creat els següents plànols a partir de LibreCAD.

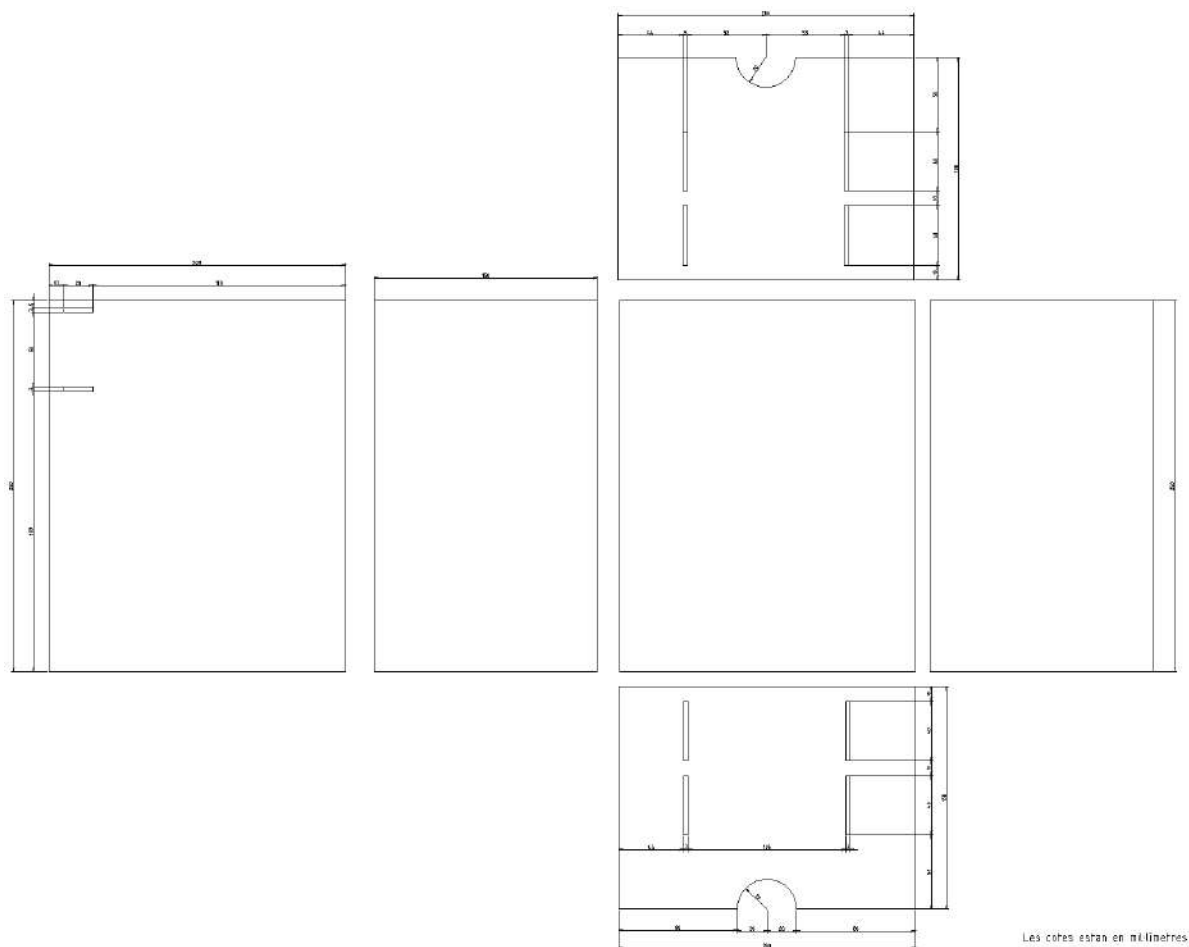
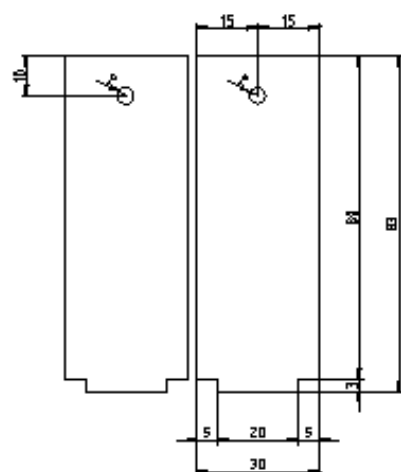


Figura 73: Plànols de la caixa d'aprenentatge III. (FONT. Elaboració pròpia.)



Les cotes estan en mil·límetres

Figura 74: Plànols de la torre per les xeringues de la caixa d'aprenentatge III.
(FONT. Elaboració pròpia.)

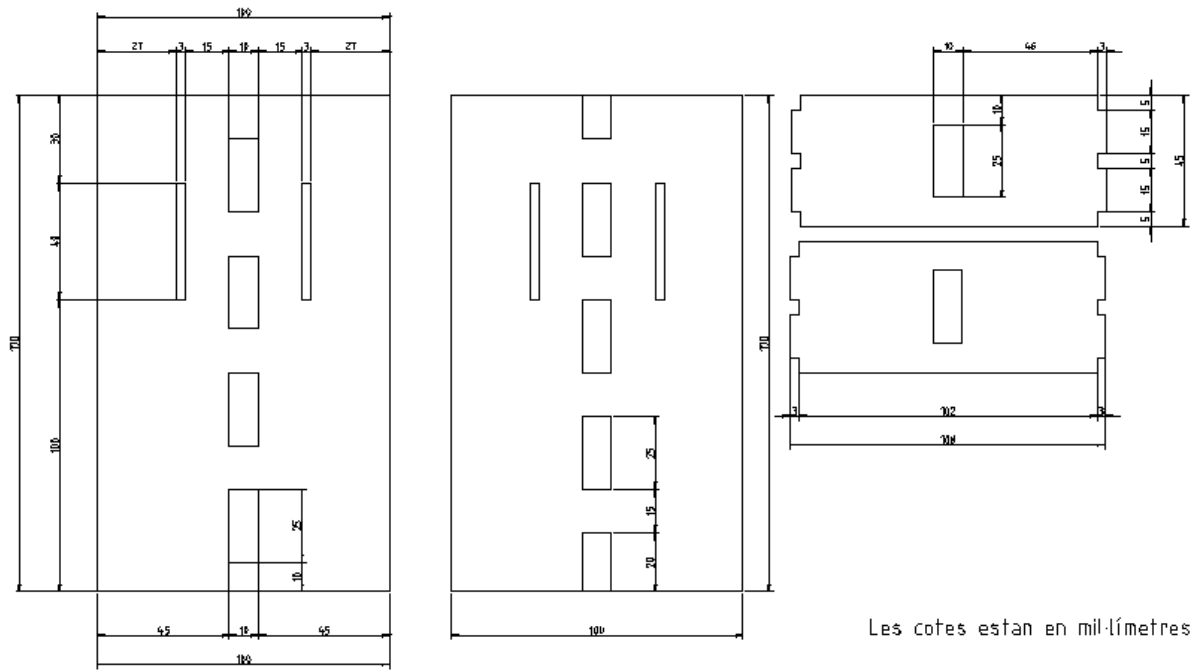


Figura 75: Plànols de rampa de la caixa d'aprenentatge III. (FONT. Elaboració pròpia.)

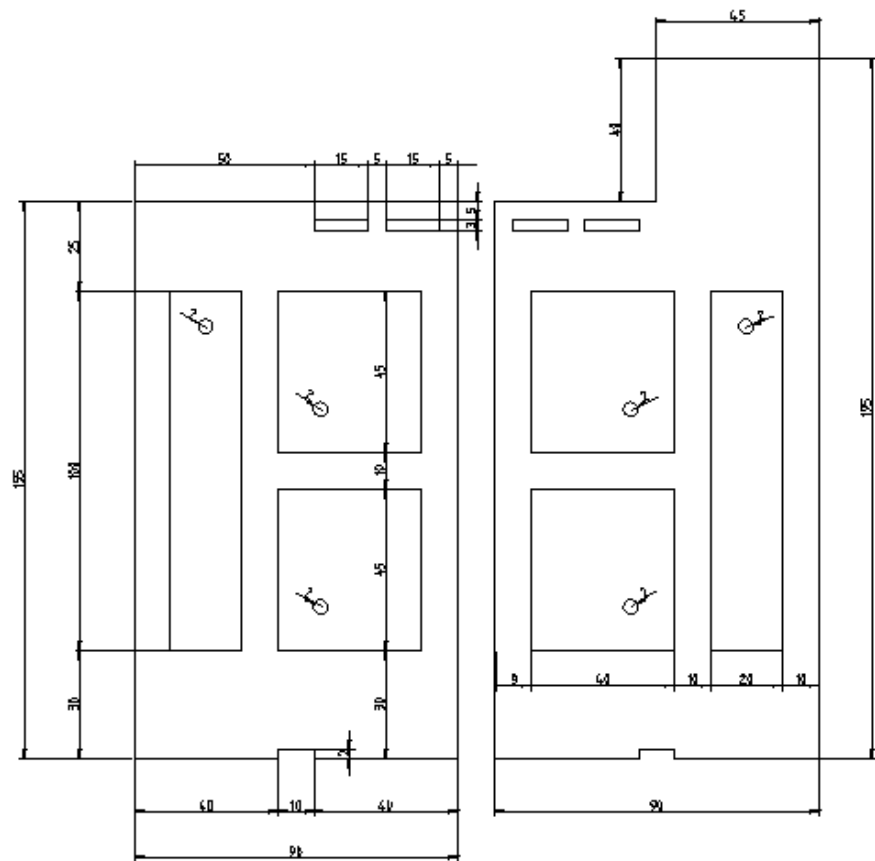
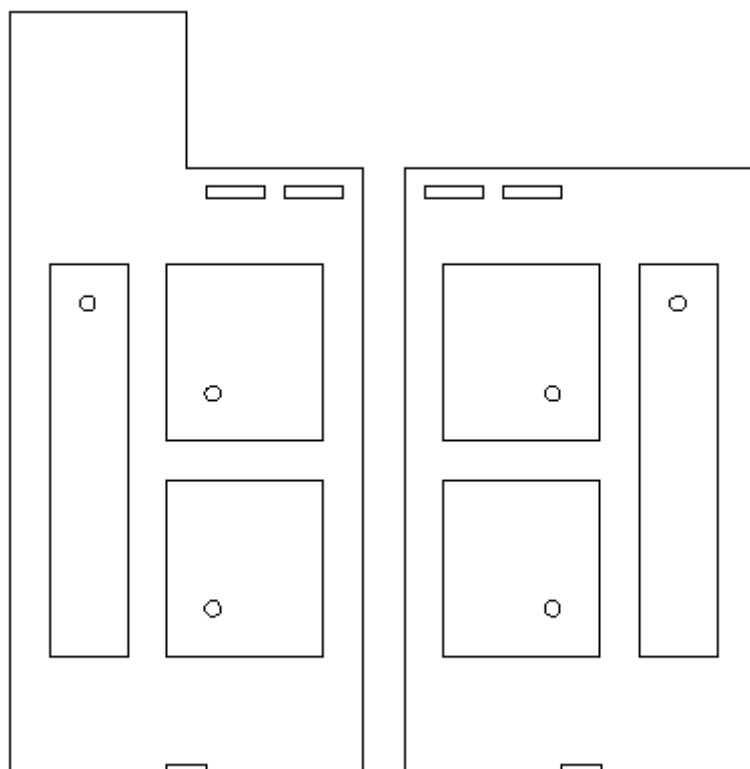


Figura 76: Plànols de la torre esquerra de la caixa d'aprenentatge III. (FONT. Elaboració pròpia.)



Les cotes són les mateixes que les de la torre esquerra

Figura 77: Plànols de la torre dreta de la caixa d'aprenentatge III.
(FONT. Elaboració pròpia.)

Procés de muntatge

En aquest apartat es mostren imatges d'alguns passos realitzats en el procés de la tercera caixa d'aprenentatge.



Figura 78: Caixa desplegada un cop col·locat les xarneres. (FONT. Elaboració pròpia.)



Figura 79: Caixa desplegada després de posar cinta adhesiva sobre les xarneres per assegurar que no es trenquin. (FONT. Elaboració pròpia.)



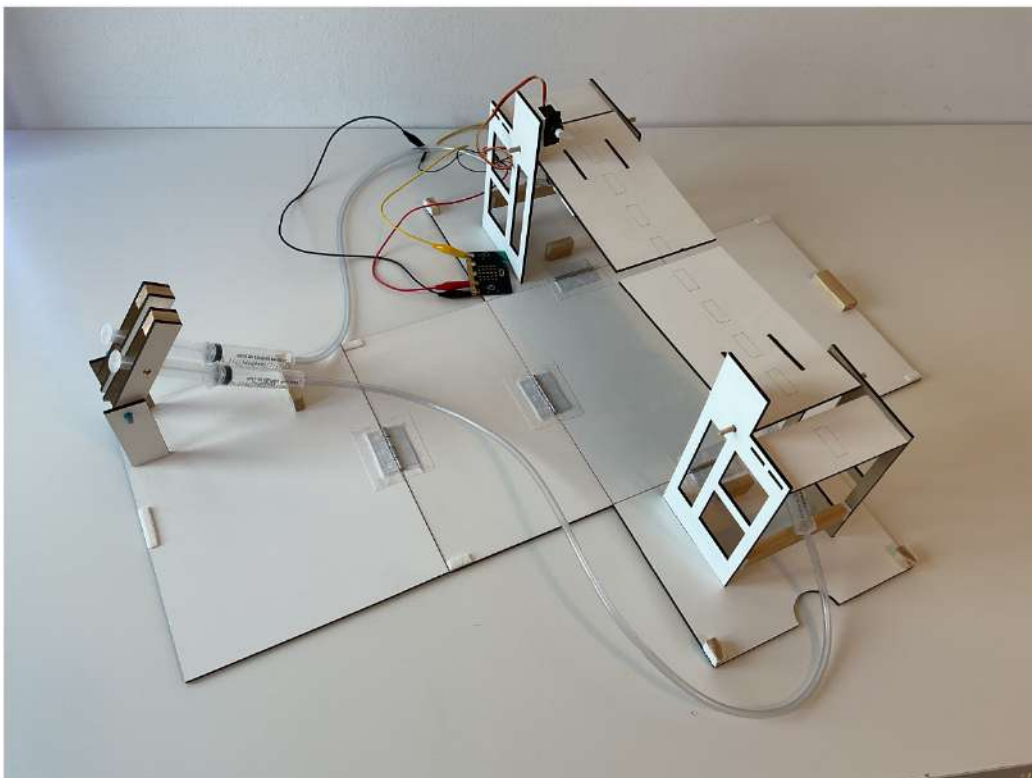
Figura 80: Alguns dels passos que s'han hagut de fer durant el procés del muntatge. (FONT. Elaboració pròpia.)

Instruccions del muntatge de la caixa

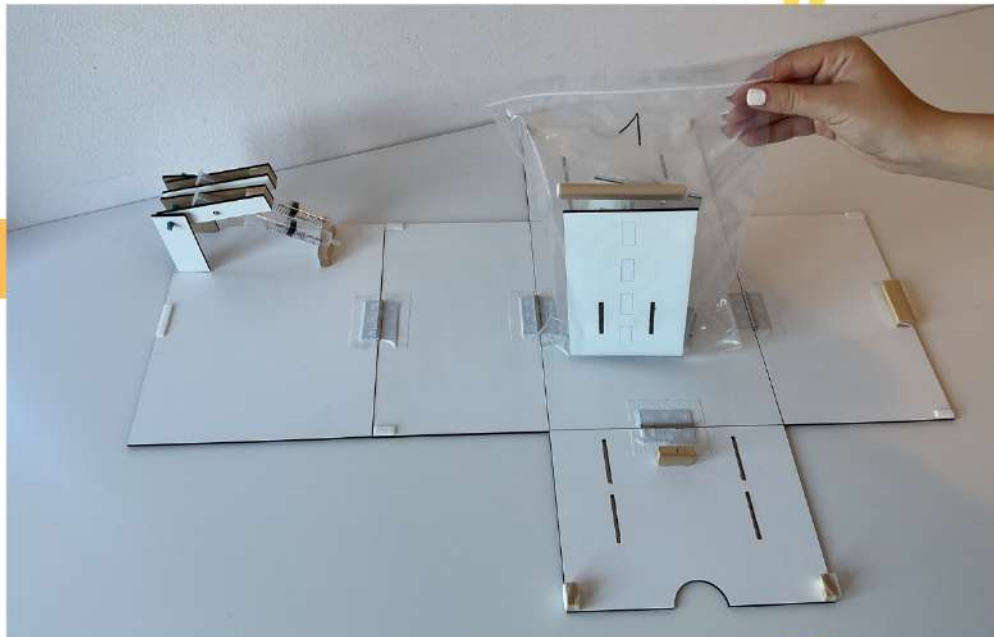
A continuació es mostren les intrusions del muntatge de la caixa d'aprenentatge relacionada amb la pneumàtica.

CAIXA D'APRENTATGE 3

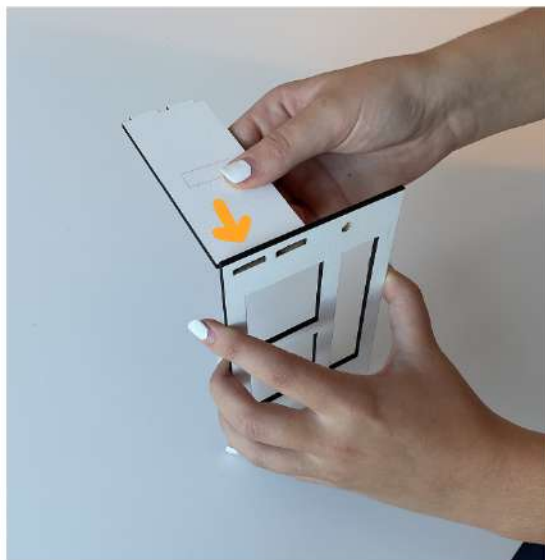
PNEUMÀTICA



Bossa 1



1



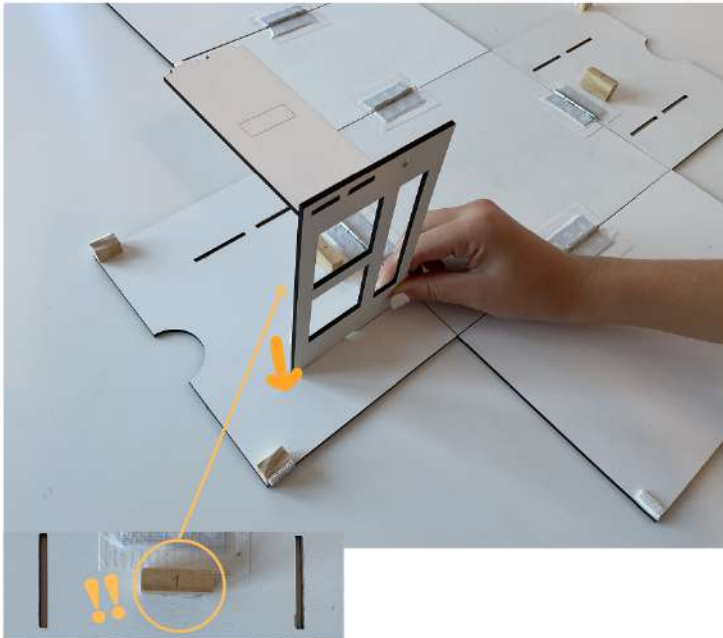
x1



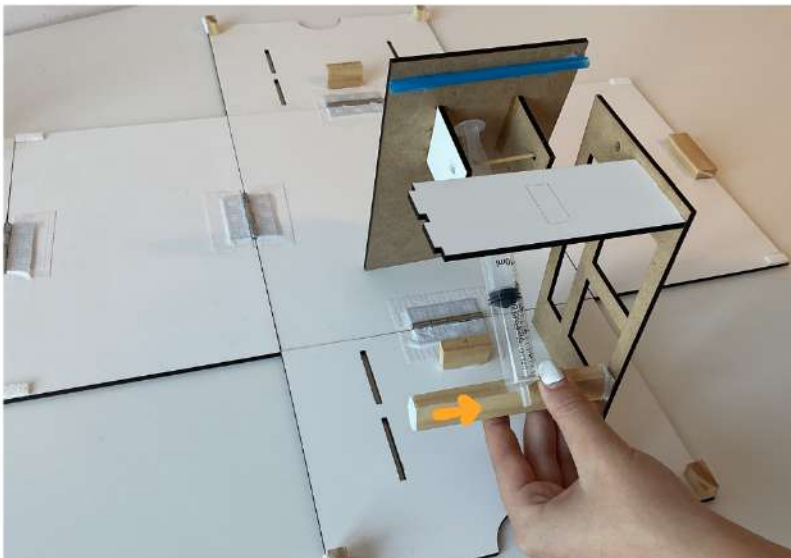
x1



2



3



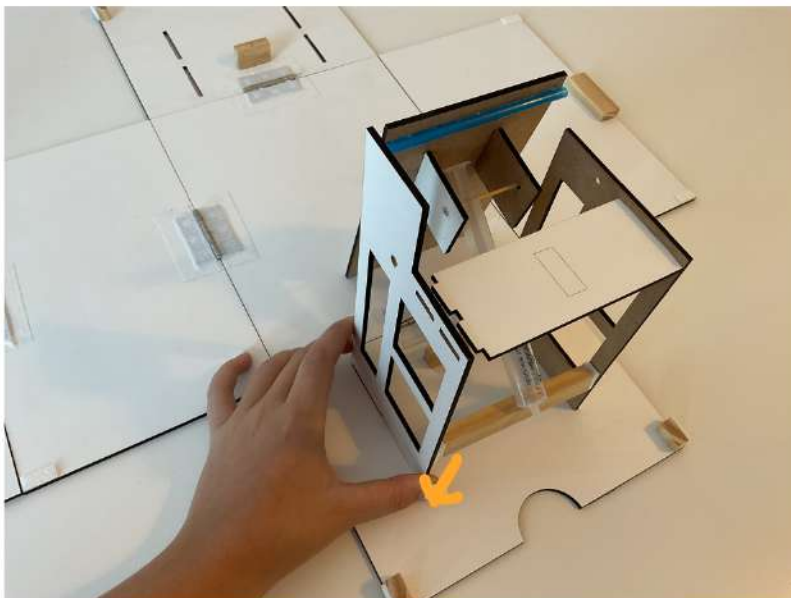
x1



Bossa 2



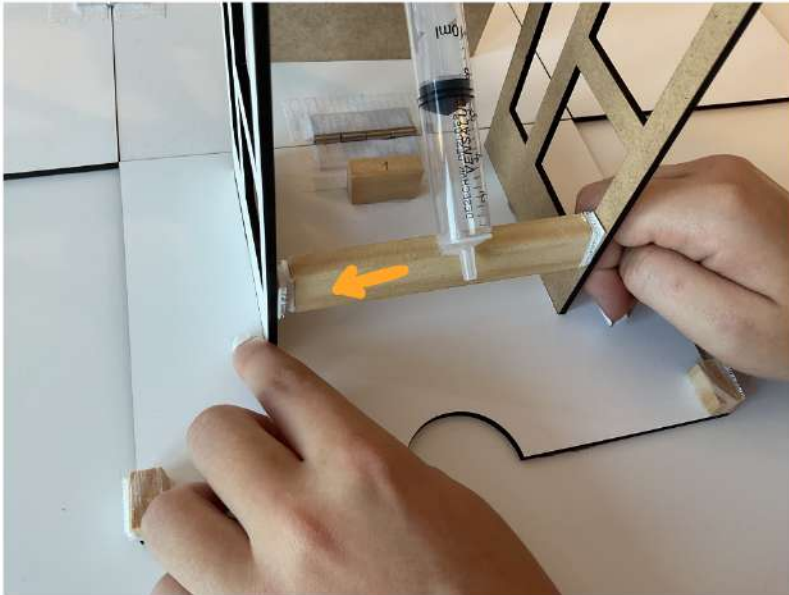
4



x1



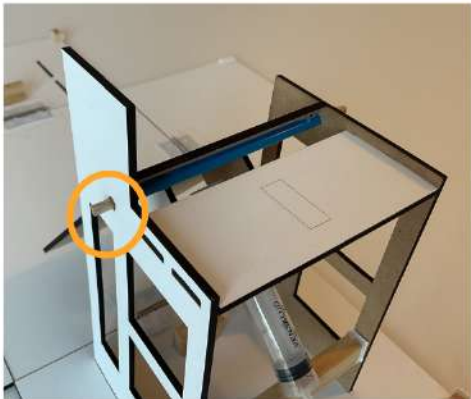
5



6



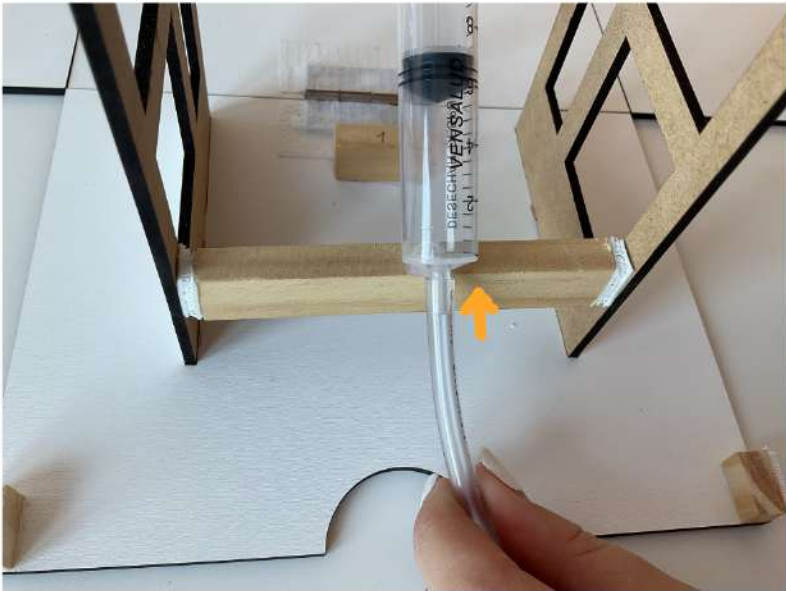
7



x1



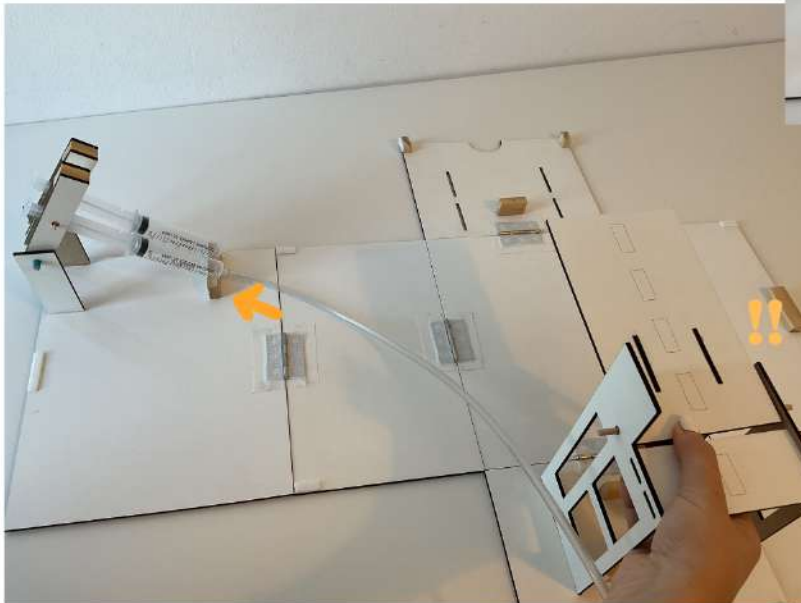
8



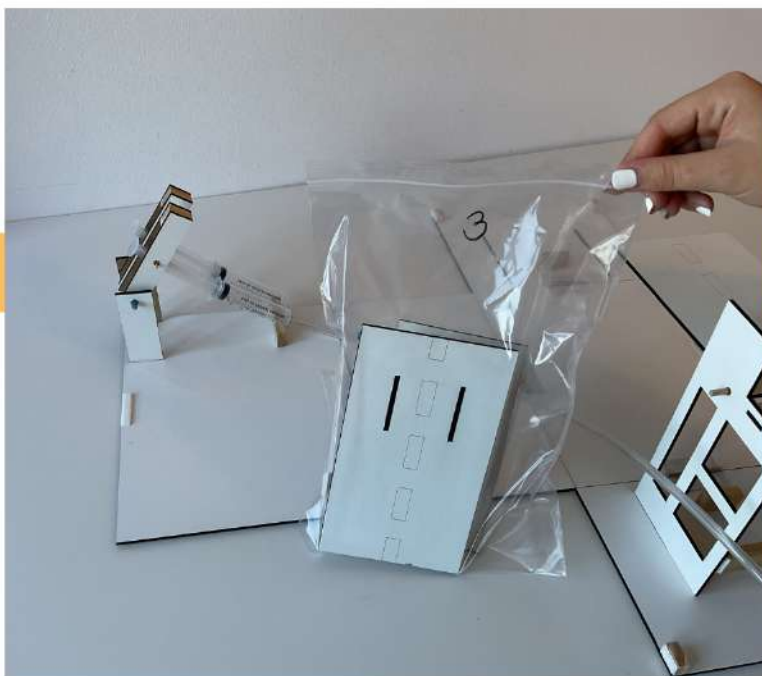
x1



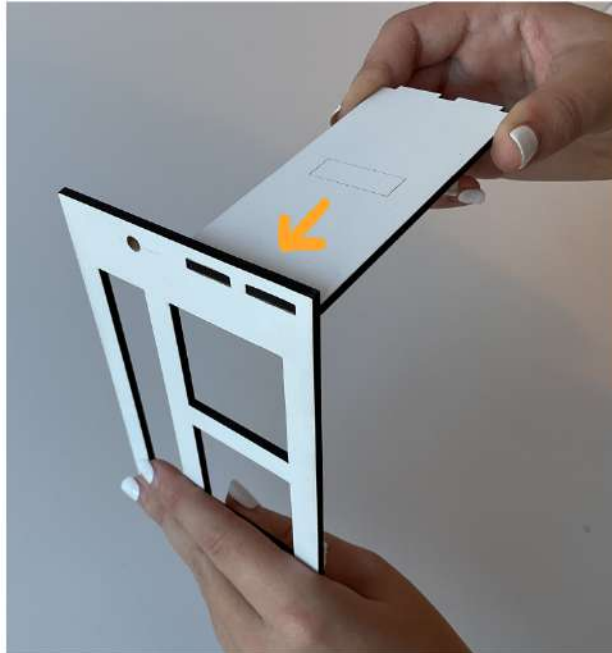
9



Bossa 3



10



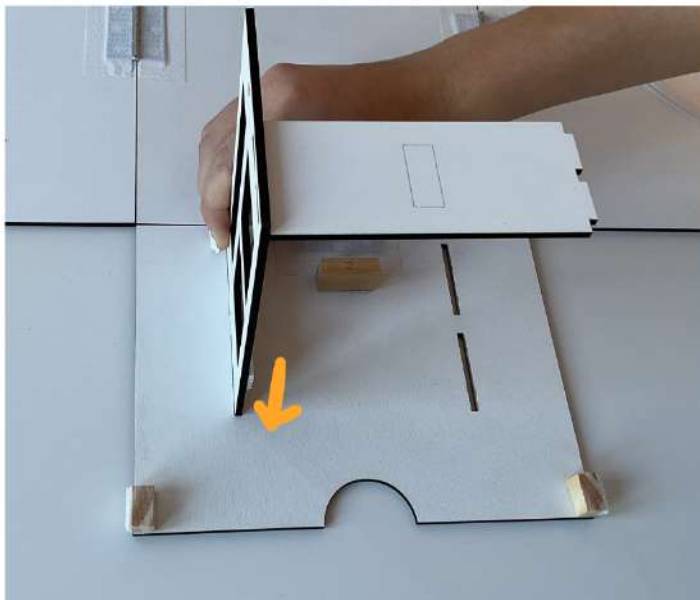
x1



x1



11



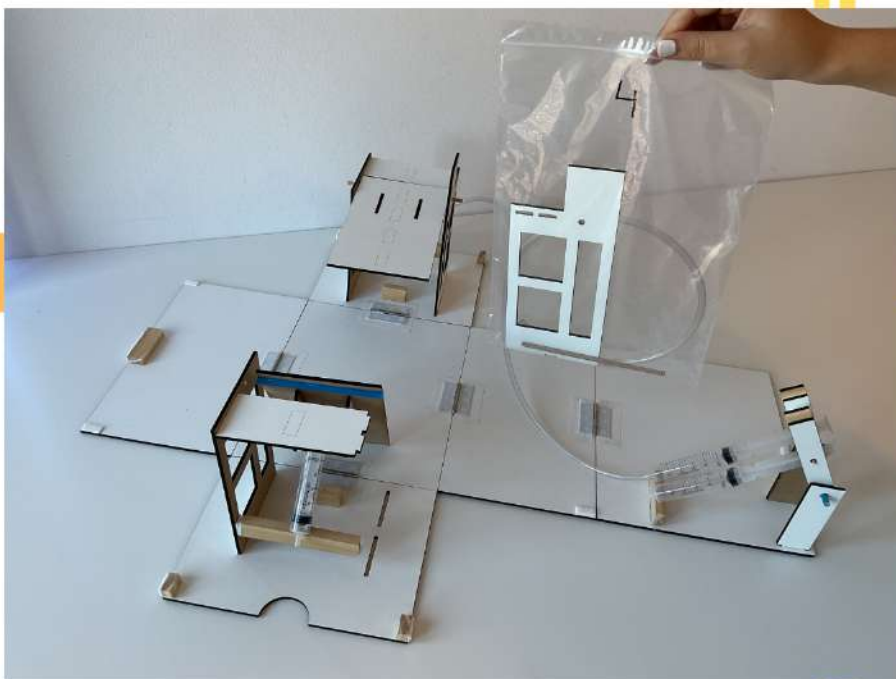
12



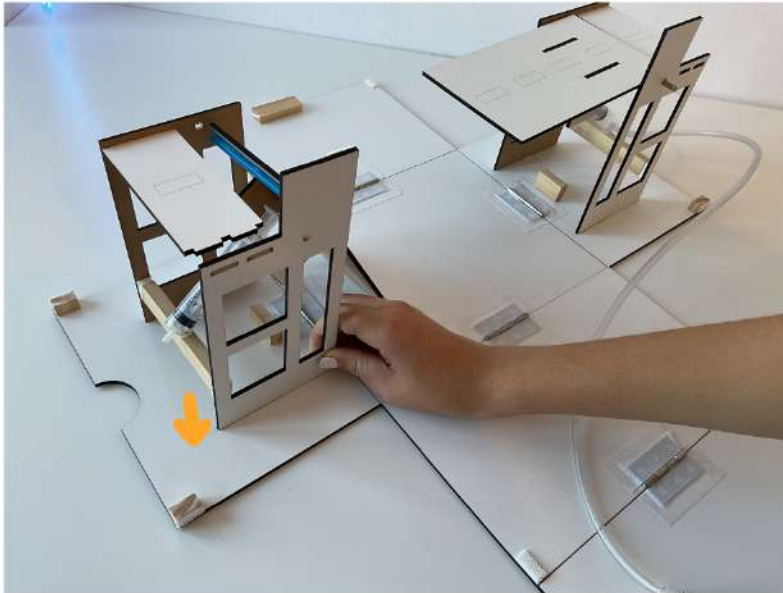
x1



Bossa 4



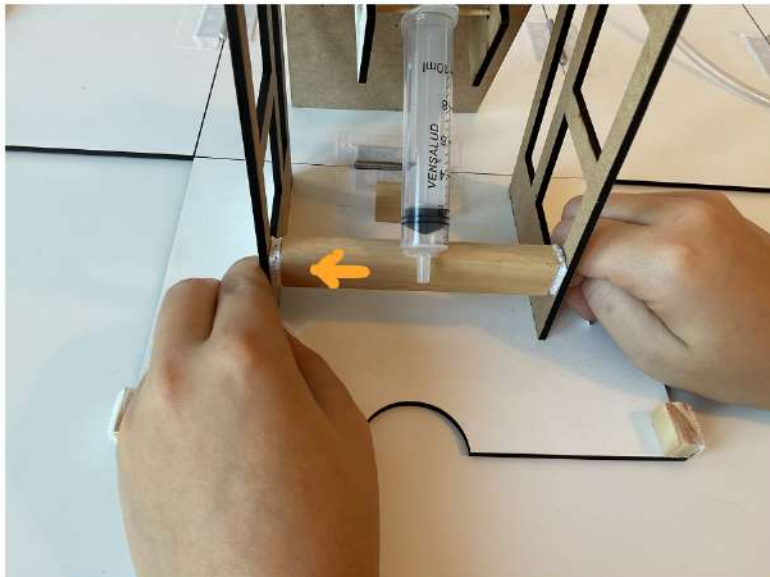
13



x1



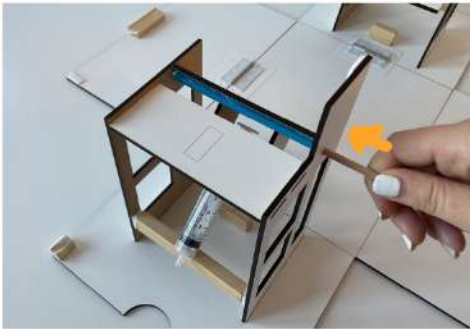
14



15



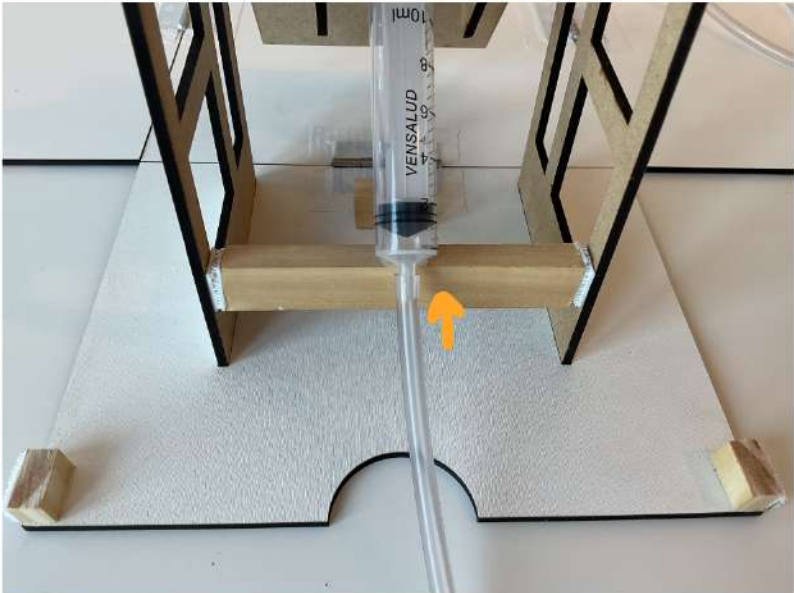
16



x1



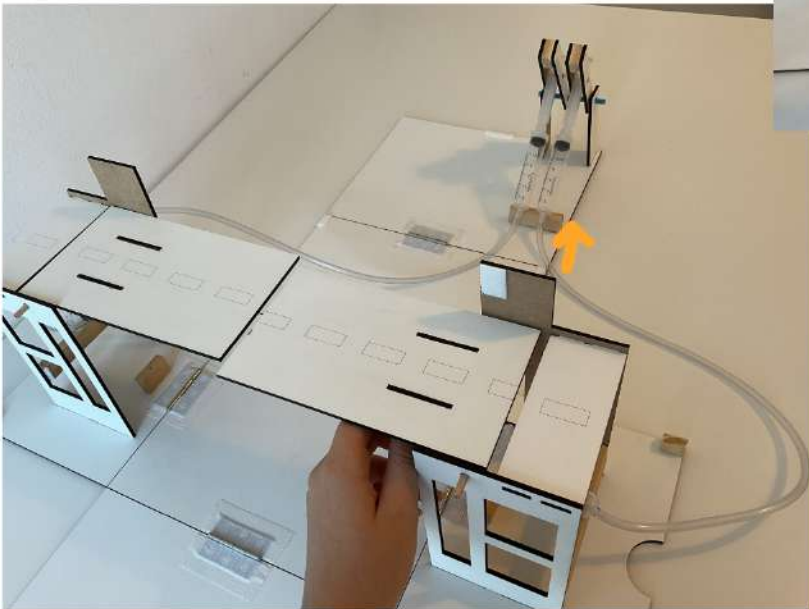
17



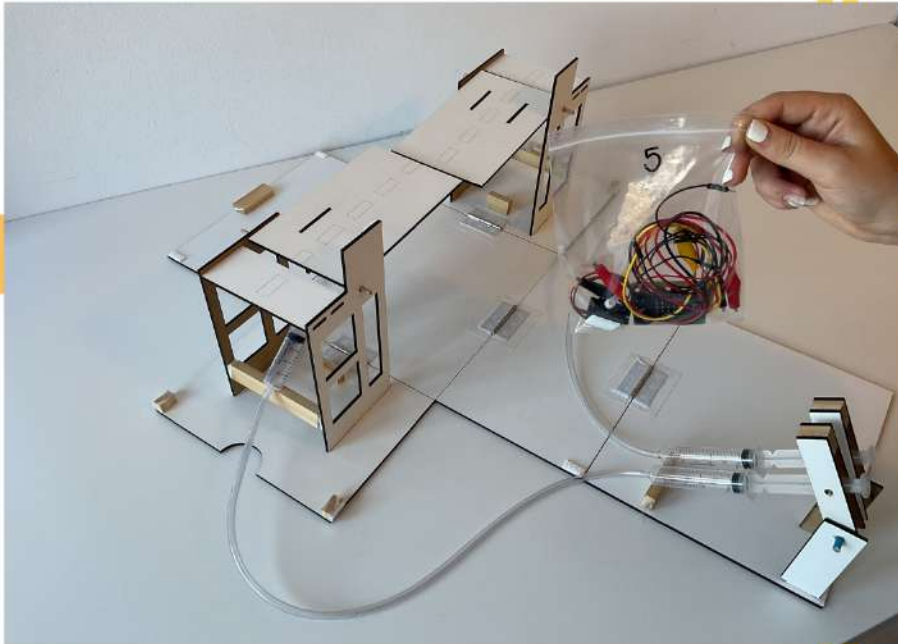
x1



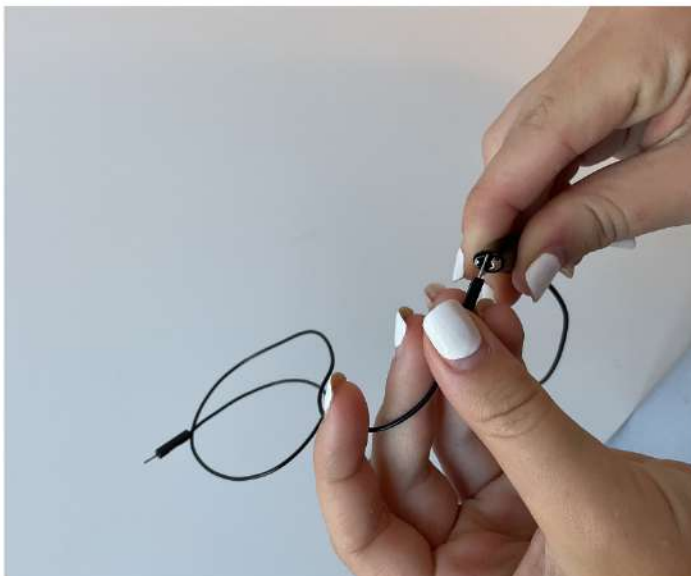
18



Bossa 5



19



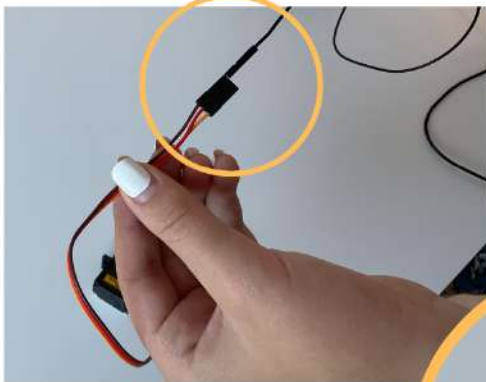
x1



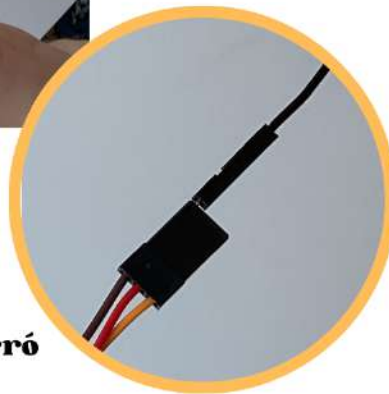
x1



20



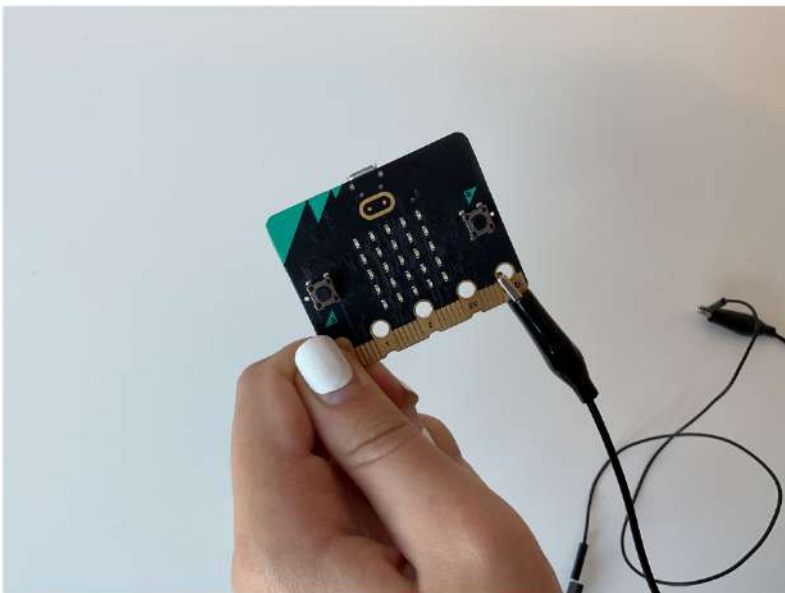
Marró



x1



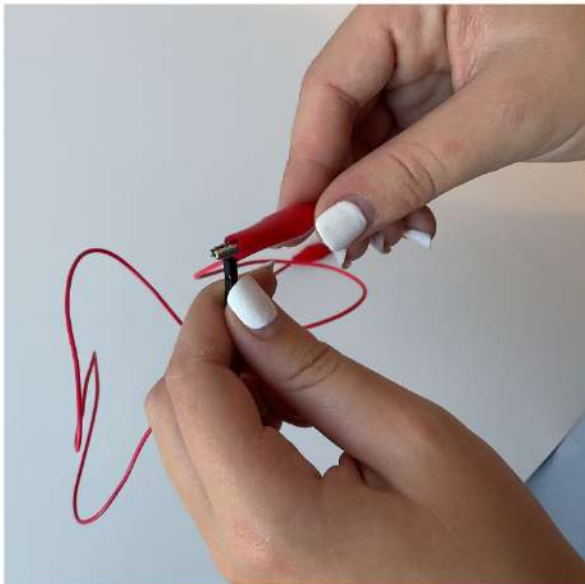
21



x1



22



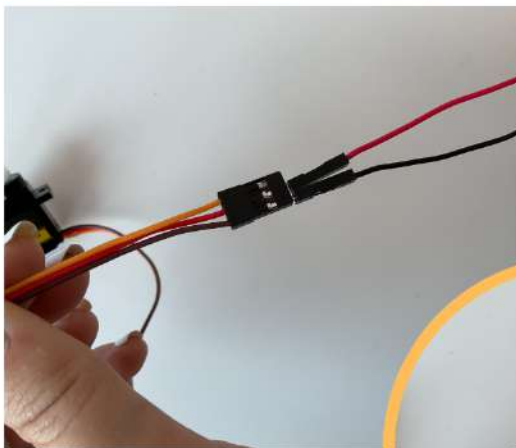
x1



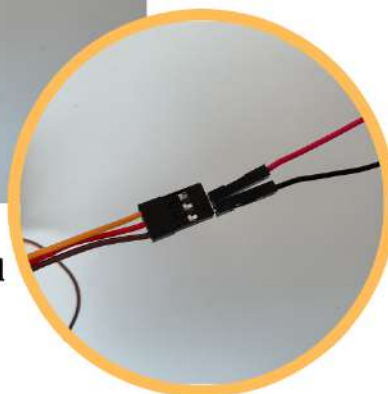
x1



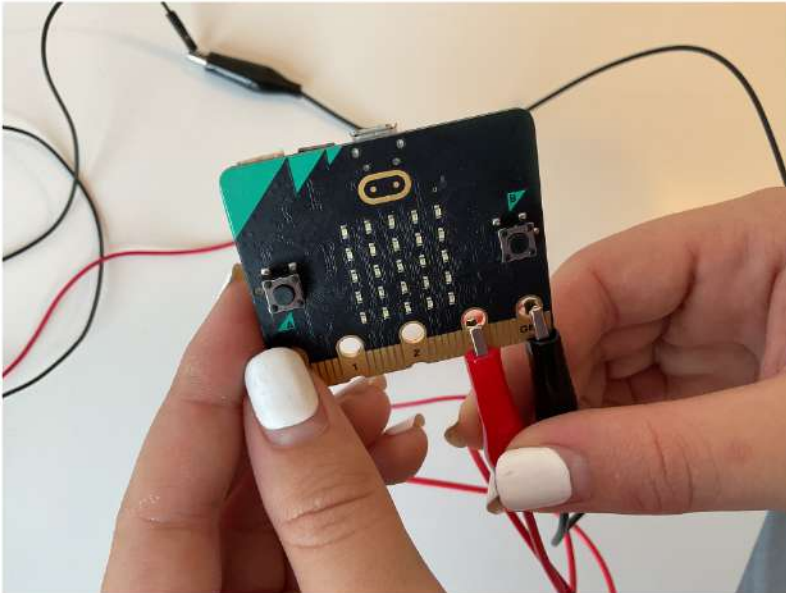
23



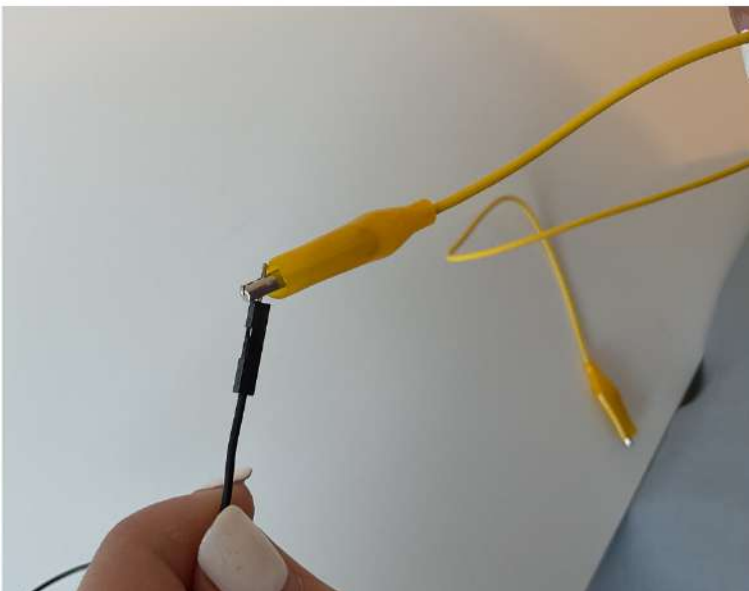
Vermell



24



25



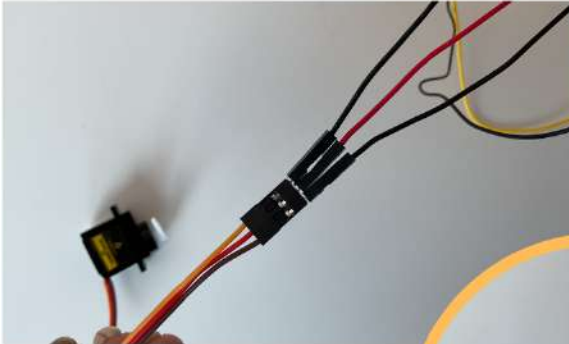
x1



x1

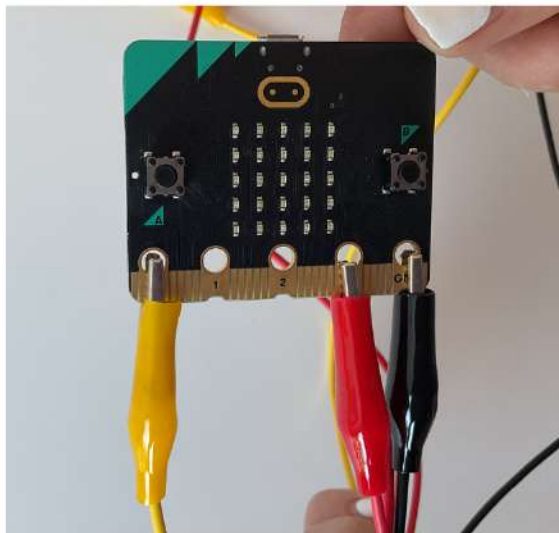


26

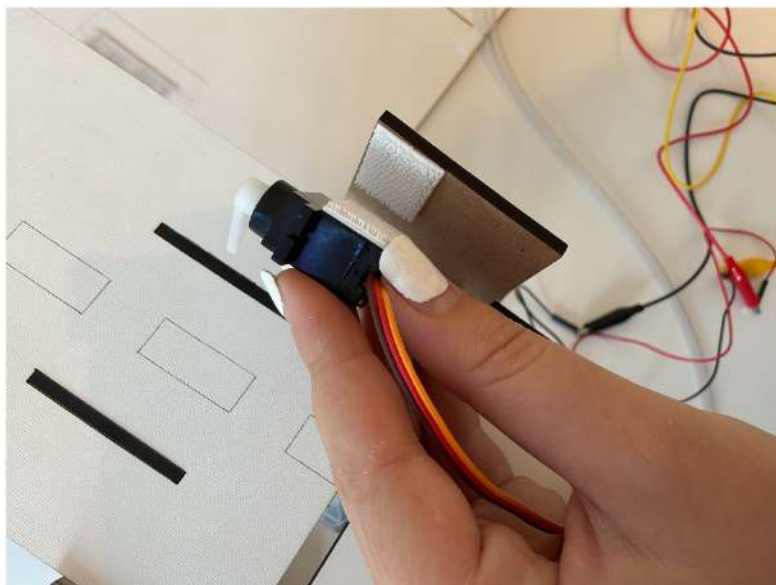


Taronja

27



28



a programar ! ➡

Figura 81. Instruccions de la tercera caixa d'aprenentatge. (FONT. Elaboració pròpia.)

Activitats finals:

A continuació es mostren les activitats finals d'aquesta tercera caixa d'aprenentatge.

PNEUMÀTICA

Caixa d'aprenentatge 3: Activitat final

Relaciona els conceptes correctament:

Sistemes pneumàtics

Utilitzen oli hidràulic per aconseguir el moviment

Sistemes hidràulics

Utilitzen aire comprimit per aconseguir el moviment

Dibuixa que passarà en els següents casos:



Digues alguns exemples on s'utilitza la pneumàtica:

Àrea de resposta per a l'activitat final.

PNEUMÀTICA

Caixa d'aprenentatge 3: **Respostes**

Relaciona els conceptes correctament:

Sistemes pneumàtics

Utilitzen oli hidràulic per aconseguir el moviment

Sistemes hidràulics

Utilitzen aire comprimit per aconseguir el moviment

Dibuixa que passarà en els següents casos:



Digues alguns exemples on s'utilitza la pneumàtica:

- Grues
- Control de la direcció del moviment de les màquines
- En les fàbriques, s'utilitza la pneumàtica per fer treballs molt repetitius

Figura 82: Activitats finals de la tercera caixa d'aprenentatge. (FONT. Elaboració pròpia.)

ANNEX VIII: Unió de les caixes d'aprenentatge

Dissenys amb LightBurn

A continuació es mostren els dissenys realitzats amb LightBurn de les peces d'unió, simulant una carretera, de les tres caixes.

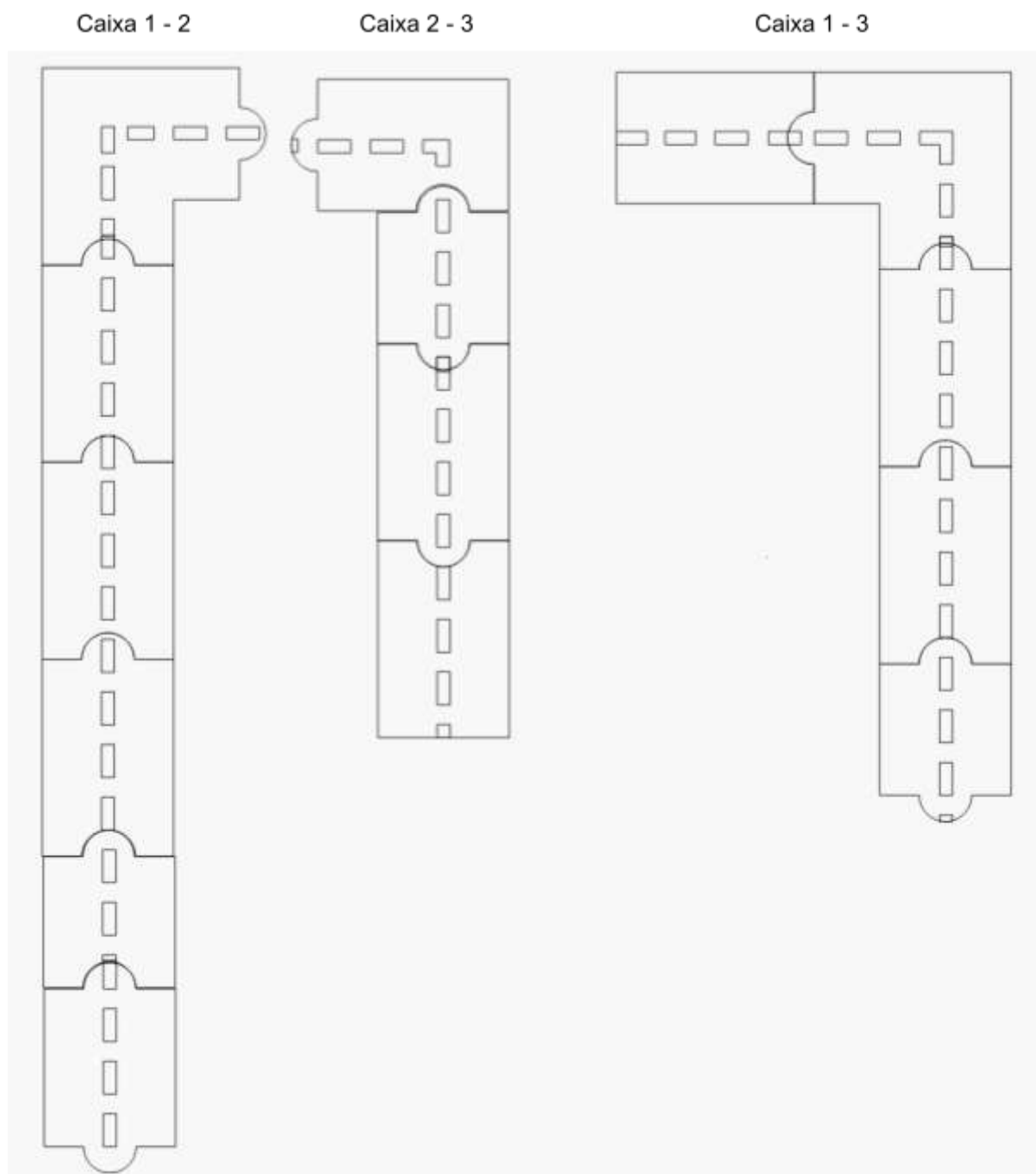


Figura 83: Disseny amb el programa LightBurn de la unió de les caixes d'aprenentatge.
(FONT. Elaboració pròpia.)

Plànols

Seguidament, a partir de les anteriors peces, es mostra els plànols fets amb LibreCAD.

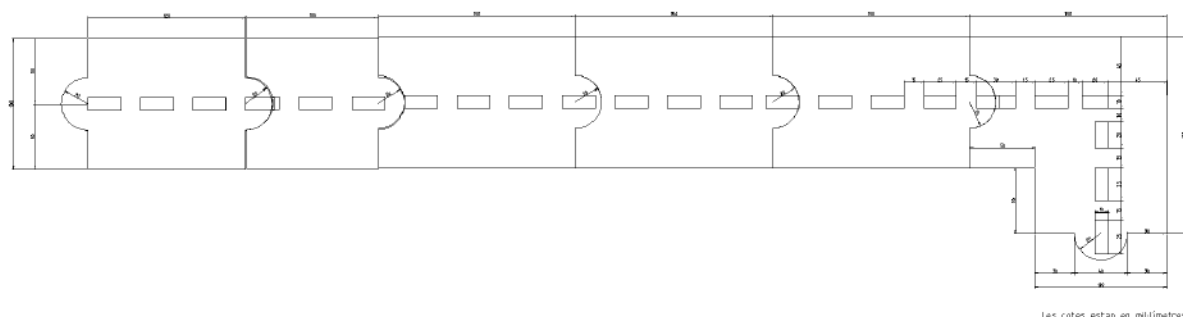


Figura 84: Plànols de les peces d'unió entre les caixes d'aprenentatge I i II. (FONT. Elaboració pròpia.)

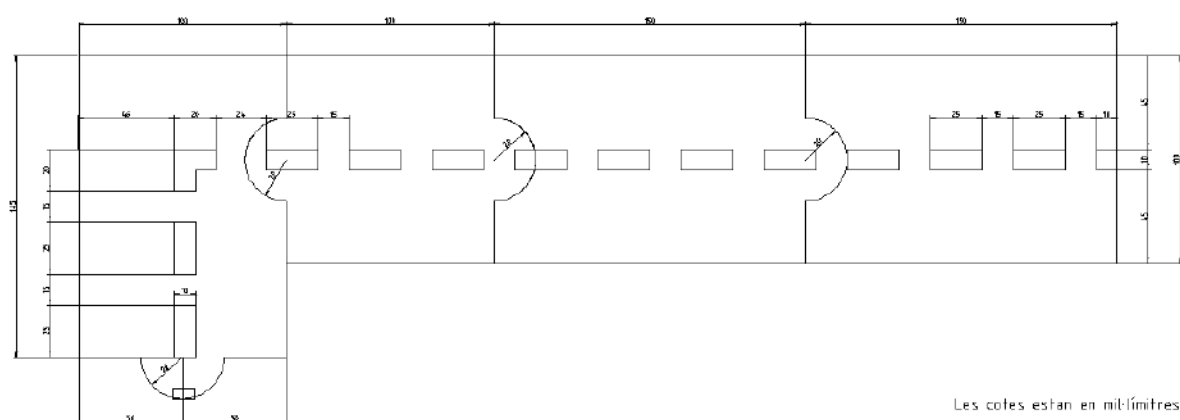


Figura 85: Plànols de les peces d'unió entre les caixes d'aprenentatge II i III. (FONT. Elaboració pròpia.)

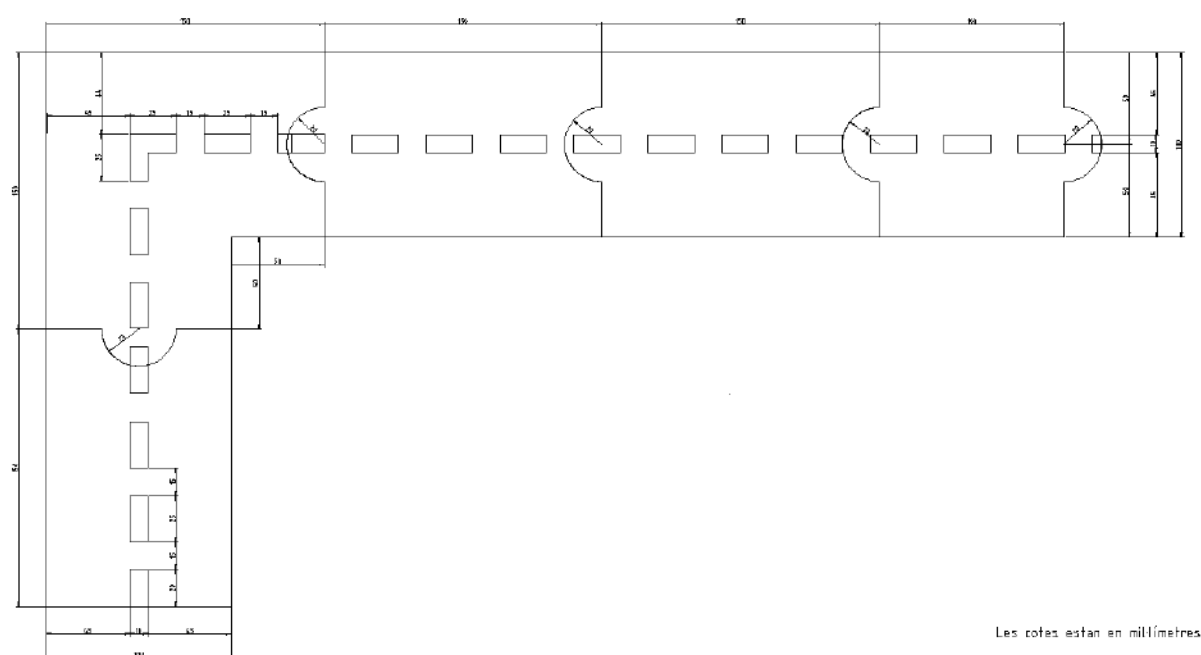


Figura 86: Plànols de les peces d'unió entre les caixes d'aprenentatge I i III. (FONT. Elaboració pròpia.)

Resultat final

A continuació es mostra el resultat final de la unió de les tres caixes d'aprenentatge.

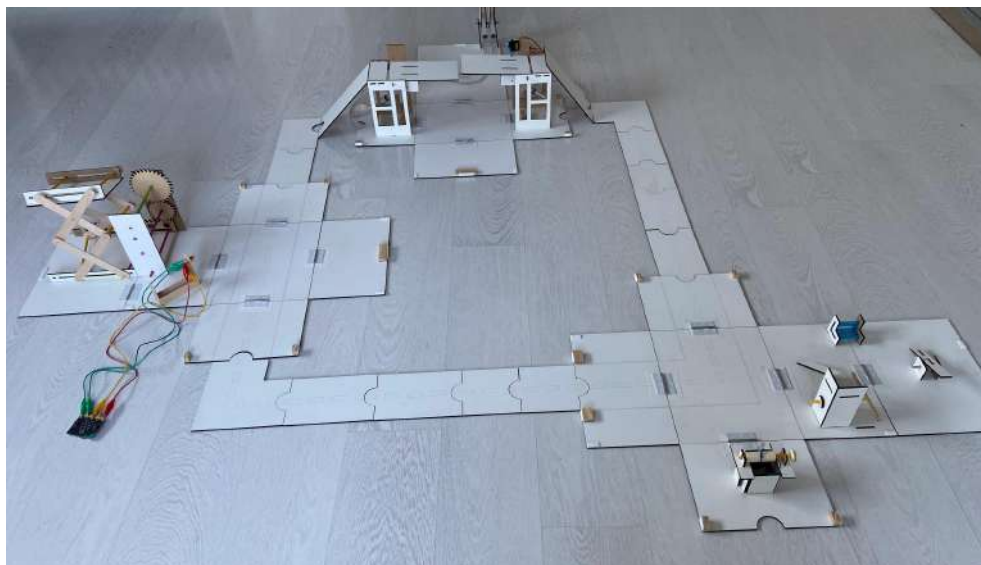


Figura 87: Resultat final de les tres caixes juntes. (FONT. Elaboració pròpia.)

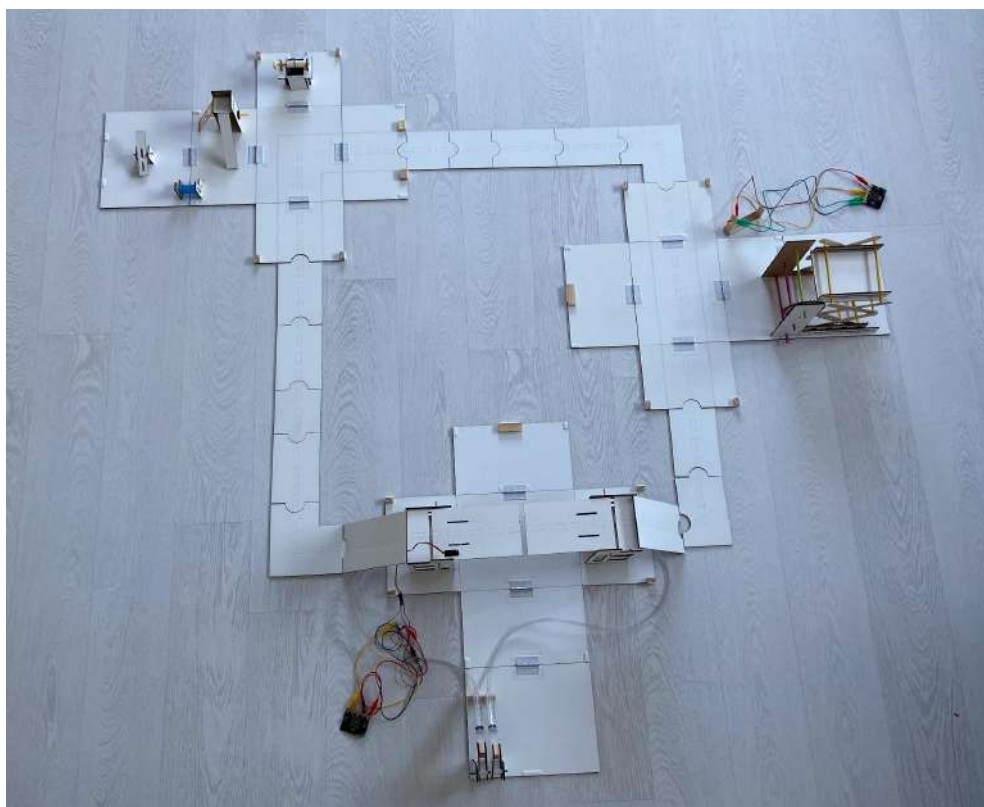


Figura 88: Resultat final vist des de dalt de les tres caixes juntes. (FONT. Elaboració pròpia.)

ANNEX IX: Prova de les tres caixes d'aprenentatge

A continuació es mostren diverses imatges d'un dels infants amb els quals vaig provar el meu material didàctic.

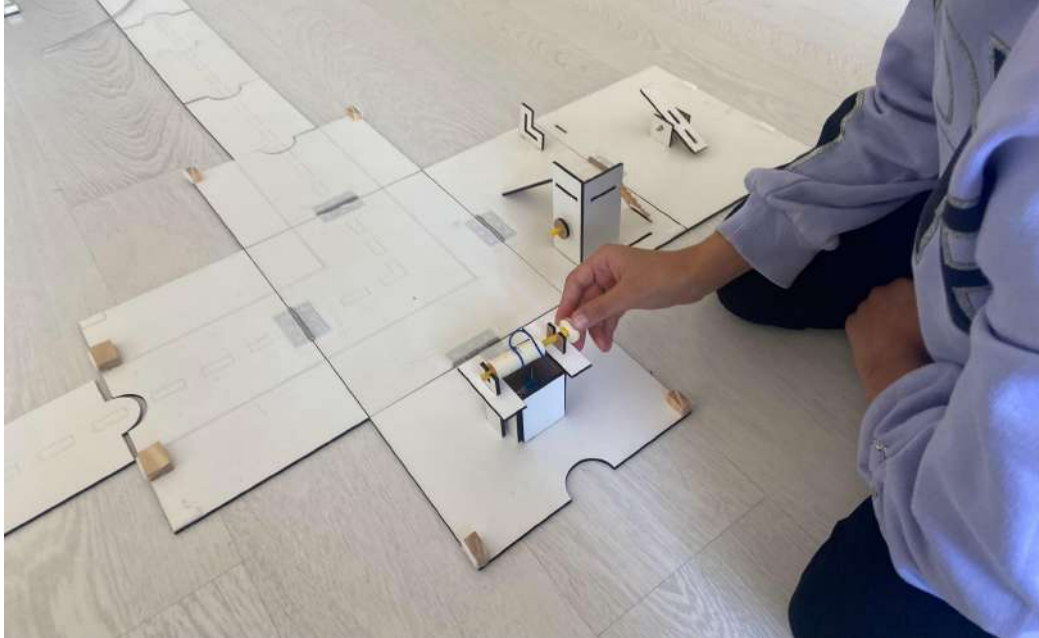
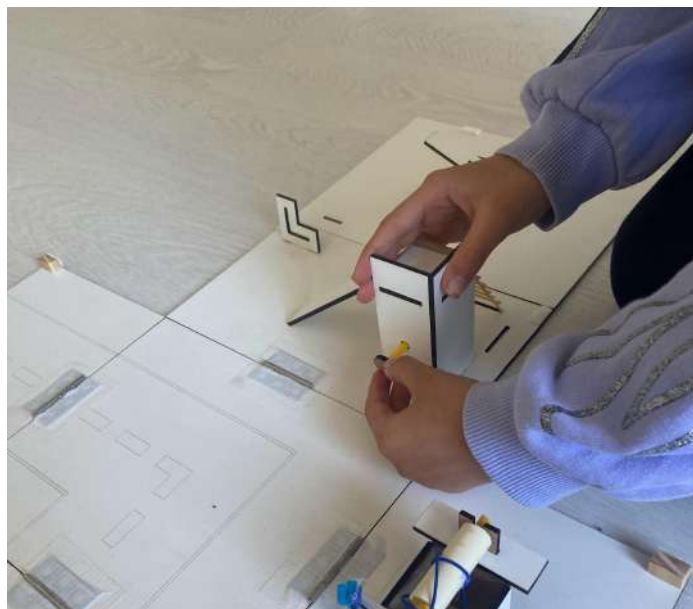


Figura 89: Infant provant el torn. (FONT. Elaboració pròpia.)



**Figura 90: Infant muntant una màquina simple.
(FONT. Elaboració pròpia.)**



Figura 91: Muntatge de l'elevador de tisores de la caixa d'aprenentatge II.
(FONT. Elaboració pròpia.)



Figura 92: Muntatge de sistemes d'engranatges.
(FONT. Elaboració pròpia.)



Figura 93: Muntatge de la part electrònica de la segona caixa d'aprenentatge (FONT. Elaboració pròpia.)

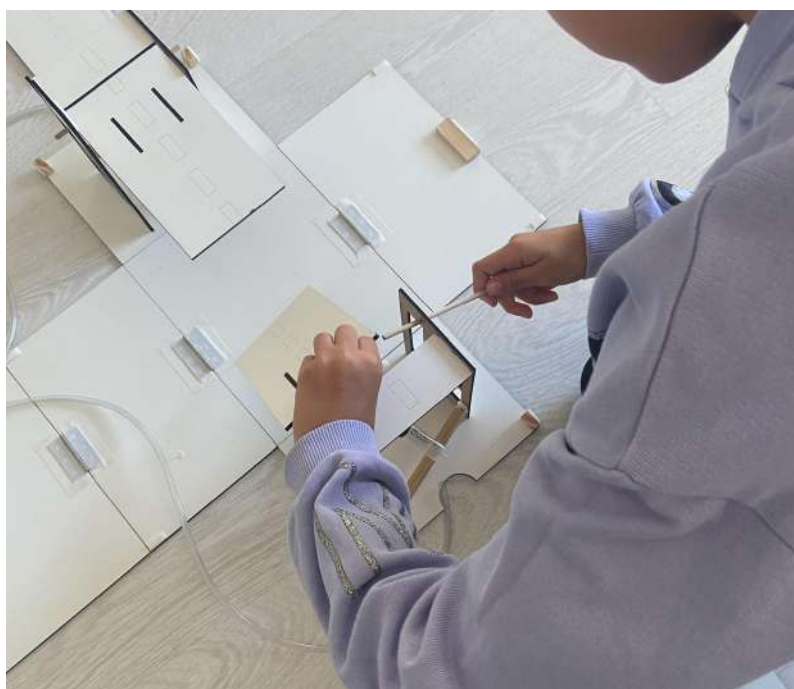


Figura 94: Muntatge d'una de les torres de pneumàtica. (FONT. Elaboració pròpia.)

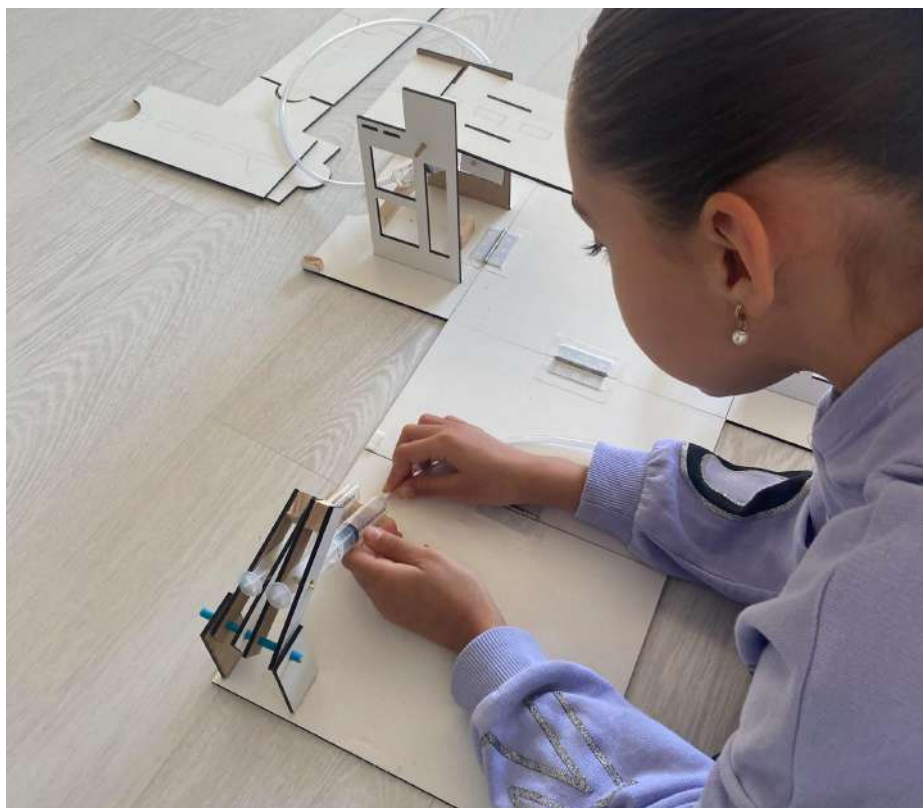


Figura 95: Nena muntant el sistema de pneumàtica de la caixa d'aprenentatge III.
(FONT. Elaboració pròpia.)



Figura 96: Unint les tres caixes d'aprenentatge.
(FONT. Elaboració pròpia.)