MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UFAM/IFAM
PROGRAMA DE PÓS- GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
CURSO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

HELEYNE KAREN LIMA GIL

Aplicação de Ferramentas CAE/CAD e INVENTOR Versão Estudantil como Demonstração Didática no Ensino da Aplicação das Forças nos Planos horizontal e vertical para a Primeira Série do Ensino médio.

Manaus
2020

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE
NÍVEL SUPERIOR
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA
PROGRAMA DE MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS CAE/CAD E INVENTOR VERSÃO ESTUDANTIL COMO DEMONSTRAÇÃO DIDÁTICA NO ENSINO DA APLICAÇÃO DAS FORÇAS NOS PLANOS HORIZONTAL E INCLINADO PARA A PRIMEIRA SÉRIE DO ENSINO MÉDIO

Heleyne Karen Lima Gil

Orientador: Prof. Dr. Igor Tavares Padilha

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal do Amazonas e Universidade Federal do Amazonas (MNPEF), como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ensino de Física.

Manaus
2020

APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS CAE/CAD E INVENTOR VERSÃO ESTUDANTIL COMO DEMONSTRAÇÃO DIDÁTICA NO ENSINO DA APLICAÇÃO DAS FORÇAS NOS PLANOS HORIZONTAL E INCLINADO PARA A PRIMEIRA SÉRIE DO ENSINO MÉDIO

Heleyne Karen Lima Gil

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal do Amazonas e Universidade Federal do Amazonas (MNPEF), como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ensino de Física.

Examinada por:

_____

Dr. Nome do membro da Banca

_____

Dr. Nome do membro da Banca

_____

Dr. Nome do membro da Banca

Gil, Heleyne Karen lima

Aplicação de Ferramentas CAE/CAD e Inventor Versão Estudantil como Demonstração didática no ensino da aplicação de forças no Plano Horizontal e Inclinado para a primeira série do Ensino Médio/ Heleyne Karen Lima Gil – Manaus: IFAM/UFAM, 2020.

Orientador: Igor Tavares Padilha

Dissertação (mestrado) – IFAM/ UFAM/ Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal da Amazônia e Universidade Federal do Amazonas (MNPEF), 2020.

176 p.

1. Ferramentas Autodesk. 2. Física. 3.Ensino de Física I. Padilha, Igor Tavares

II. Universidade Federal do Amazonas,

MNPEF, Programa de Pós-Graduação. III. Título.

Dedico esta dissertação aos meus pais Oscar e Francisca, ao meu filho Arthur e, ao meu esposo Gil que tanto me apoiou e incentivou nos momentos difíceis.

AGRADECIMENTOS

A Deus primeiramente, pela dádiva de viver.

À minha mãe Francisca e meu Pai Oscar, que sempre estiveram comigo nessa jornada, me incentivando a vencer, meu amor eterno.

Ao meu amado filho Arthur, que me dá o privilégio de ser mãe, é por ele e para ele, que sigo em frente buscando o melhor, amor da minha vida.

Ao meu esposo Gil, que sempre me incentiva e me apoia, estando comigo em todos os momentos com sua paciência admirável e amor.

À minha família: irmãos, primos, tios e todos que me apoiaram.

Ao meu Orientador Professor Dr. Igor Padilha pelo incentivo e oportunidade.

Ao corpo docente do Programa Nacional de Mestrado Nacional Profissional em

Ensino de Física – MNPEF-IFAM/UFAM – Polo 04, pela dedicação.

Aos meus colegas do Mestrado, turma 2018, em especial ao Lucas pelo apoio e amizade.

Aos estudantes da primeira série do Ensino Médio, turma 01, e à equipe da Escola – pela boa recepção ao trabalho e disponibilidade.

Ao IFAM, à UFAM, à Sociedade Brasileira de Física – SBF e à Secretaria de

Educação do Amazonas – SEDUC, pela oportunidade.

À FAPEAM pelo incentivo através da bolsa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

RESUMO

O estudo das forças na física é muitas vezes um obstáculo para os alunos do ensino médio, pois muitos não conseguem visualizar sua aplicabilidade na prática e em situações do cotidiano. O estudo desta área da dinâmica é crucial não apenas para os discentes que possuem proficiência na área de exatas ou mais especificamente para aqueles que pretendem ingressar na engenharia, já que estes conceitos permeiam toda a nossa vida em todos os momentos. Esta discussão traz questões norteadoras tais como “De que forma aumentar a capacidade de compreensão dos alunos da primeira série do Ensino Médio sobre aplicação de forças?”, “O que pode ser feito para demonstrar de maneira mais compreensiva sua aplicabilidade prática ao cotidiano?”, “Que metodologia empregar para ensinar estes alunos a utilizar ferramentas computacionais para isto?” e “Apesar das reconhecidas dificuldades e com a chegada da pandemia, como podemos implementar estas ferramentas em ensino hibrido e regular ?”. Para responder estas questões, este trabalho tem como escopo a demonstração para os alunos da aplicação das forças no plano tridimensional através de ferramentas CAE/CAD (do inglês, Computer Aided Engineering e Computer Aided Design – Engenharia Auxiliada pelo computador e Desenho auxiliado por computador), Além da ferramenta AUTODESK- INVENTOR, todos na versão estudantil, melhorando sua capacidade de compreensão sobre esta área da Dinâmica e motivá-los ao demonstrar sua aplicação e importância no cotidiano e compara-las à metodologia teórica convencional. A meta deste trabalho é utilizar este mecanismo de estudo como ferramenta de ensino híbrido e regular, como complemento das aulas da primeira série. O produto educacional terá como finalidade a demonstração de como utilizar as ferramentas em auxílio aos professores aplicando o método em sala de aula.

Palavras-Chave:

Ferramentas CAE/CAD E IVENTOR; Didática; Ensino; Aprendizado; Demonstração; Forças.

ABSTRACT

The study of forces in physics is on several occasions, an obstacle for high-school students, for many of them cannot visualize its practical applicability and in everyday situations. The study of this area of dynamics is crucial not only for students who have proficiency in the exact sciences or more specifically for those who intend to go into Engineering, since these concepts always permeate our whole life. This discussion raises guiding questions such as “How to increase the ability of freshmen high-school students to understand the application of forces?”, “What can be done to demonstrate in a more comprehensive way its practical applicability to everyday life?”, "What methodology should one use to teach these students how to use computational tools for this end?" and "Despite the recognized difficulties and with the arrival of the pandemic, how can we implement these tools in hybrid and regular education?". To answer these questions, this work aims to demonstrate to students the application of forces in the three-dimensional plane using CAE / CAD tools (Computer Aided Engineering and Computer Aided Design), besides the AUTODESK – INVENTOR. All presented tools are student version, which enhances their comprehension skills over this area of Dynamics. The tools will also motivate the students to demonstrate the application and importance in everyday life as well as comparing them to conventional theoretical methodology. The aim of this work is to use this study mechanism as a tool of regular and hybrid teaching, complementary to freshmen year classes. The educational byproduct will be intended to demonstrate how to use the tools to assist teachers by applying the method in the classroom.

Keywords:

CAE / CAD and IVENTOR tools; Didactics; Teaching; Learning; Demonstration; Forces.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Simulações retiradas do site Autodesk utilizados em projetos de Engenharia. Fonte: https://www.autodesk.com.br/solutions/cad-design 19
Figura 2 - Representação de deslocamento como vetor, a seta representa diretamente a direção e sentido. Fonte: O próprio Autor. 26
Figura 3 - Composição de deslocamentos. Fonte :Curso de Física Básica. H. Moysés Nussenzveig. 27
Figura 4 - Vetor resultante S deve partir da origem comum até o encontro das paralelas de A e B.Fonte. https://professorpinguim.com.br/ 28
Figura 5 - Soma de vários vetores. Fonte. https://www.todamateria.com.br 28
Figura 6 - Propriedade comutativa. Fonte. https://www1.univap.br/ 29
Figura 7 - Propriedade Associativa da soma de vetores. Fonte. https://www1.univap.br/ 29
Figura 8 - Deslocamento oposto. Fonte: http://portaldoaluno.webaula.com.br 30
Figura 9 - Diferença de dois vetores. Fonte: https://nelsonreyes.com.br/VETORES.pdf 30
Figura 10 - Distensão de uma mola. Fonte: Curso de Física Básica. H. Moysés Nussenzveig. 32
Figura 11 - Equilíbrio de forças. Fonte: https://www.fisica.net 32
Figura 12 - Reação de contato. Fonte: Curso de Física Básica. H. Moysés Nussenzveig. 33
Figura 13 - Issac Newton. Fonte. https://www.magnusmundi.com 33
Figura 14 - Lei da Inércia. Fonte. https://beduka.com 34
Figura 15 - Exemplo adotado por Newton como a primeira de suas Três Leis. Fonte: Halliday. 35
Figura 18 – Ao aplicar uma força do lado direito do dinamômetro é possível verificar que do lado esquerdo a força é reação é a mesma Fonte:https://www.vascak.cz/ ... 42
Figura 19 – Colisão entre discos. Fonte. Curso de Física Básica. H. Moysés Nussenzveig. 43
Figura 20 - Ação e Reação. Fonte. https://propg.ufabc.edu.br/mnpef-sites/ 45
Figura 21 - Atividade de sondagem da turma. FONTE: O Autor. 52
Figura 22 - Exercício de sondagem sobre vetores e Leis de Newton. Fonte: O autor. 52
Figura 23 - Os fundamentos da Física, Volume 1; RAMALHO; NICOLAU; TOLEDO. Fonte: O autor. 53
Figura 24 - Interface do software AutoCad com o exemplo de uma atividade sobre aplicação de força no Plano horizontal. Fonte: O Próprio Autor. 55
Figura 25- Interface do software AutoCad com o exemplo de uma atividade sobre aplicação de força em um plano inclinado. Fonte: O Próprio Autor. 56
Figura 26- Professora Mostrando aos discentes a Interface do software AutoCad com o exemplo de uma atividade sobre aplicação de força em um plano inclinado. Através do Datashow. Fonte: O próprio Autor. 56

Figura 27 - Simulação do Inventor em 3D para o exemplo no Plano Inclinado. Figura Ilustrativa. fonte. O Autor.....58
Figura 28 - Ilustrativa. fonte. O Autor. 58

LISTA DE EQUAÇÕES

(Eq. 1) 28
(Eq. 2) 28
(Eq. 3) 29
(Eq. 4) 29
(Eq. 5) 29
(Eq. 6) 29
(Eq. 7) 30
(Eq. 8) 36
(Eq. 9) 36
(Eq. 10) 37
(Eq. 11) 37
(Eq. 12) 37
(Eq. 13) 38
(Eq. 14) 38
(Eq. 15) 38
(Eq. 16) 38
(Eq. 17) 39
(Eq. 18) 39
(Eq. 19) 39
(Eq. 20) 39

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Descrição das atividades realizadas em Ensino presencial.....51

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 14
1.1. JUSTIFICATIVA 15
1.2. OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS 17
1.3. PLANO DA DISSERTAÇÃO 17
1.4. A IMPORTÂNCIA DA FERRAMENTA AUTODESK AUTO CAD E INVENTOR. 18
1.5. MOTIVAÇÃO 19
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA. 21
3.FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA. 25
3.1. VETORES. 26
3.1.1. Operação com vetores 27
3.2. ESTUDO DE FORÇAS NO ENSINO DE FÍSICA. 30
3.2.1. Forças em equilíbrio. 31
3.2.2. Leis de Newton: 33
4. METODOLOGIA DA PESQUISA. 47
4.1. VISÃO GERAL. 47
4.2. CONTEXTUALIZAÇÃO: 48
4.3. APLICAÇÃO DO PRODUTO COM BASE NA METODOLOGIA APRESENTADA. 48
4.4. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES REALIZADAS EM REGIME PRESENCIAL 49
5. ANÁLISE DE DADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS. 60
5.1. ANÁLISE DO PRODUTO EDUCACIONAL 61
5.5.1. Parecer Prof. Dr Yonny Romaguera Barcelay. 61
5.5.2. Parecer Prof. Msc Lucas Linhares Marinho. 62
5.5.3. Parecer Profª. Msc Débora Cerdeira. 63
5.5.4. Parecer Prof. Msc Francisco Júnior. 63
REFERÊNCIAS 65
ANEXO I – APLICAÇÃO DO PRODUTO (EM ATIVIDADE PRESENCIAL). 69
ANEXO II – APLICAÇÃO DO PRODUTO (EM ATIVIDADE VIRTUAL). 70
ANEXO III – PARECER PROF. DR YONNY ROMAGUERA BARCELAY. 71
ANEXO IV – PARECER PROF. MSC LUCAS LINHARES MARINHO. 72
ANEXO V – PARECER PROFª. MSC DÉBORA CERDEIRA. 73
ANEXO VI - PARECER PROF. MSC FRANCISCO. 74
APÊNDICE A - EXERCÍCIO DE SONDAGEM 75
APÊNDICE B – PRODUTO EDUCACIONAL 76

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como título: “Aplicação de ferramentas CAE/CAD e IVENTOR (versão estudantil) como demonstração didática no ensino da aplicação das forças nos Planos horizontal e Inclinado para a primeira série do Ensino Médio” e está contido na área de pesquisa da mecânica abrangendo principalmente o tópico curricular aplicação da Força do conteúdo de Dinâmica.

Ferramentas CAE/CAD (do inglês, Engenharia auxiliada por computador e Desenho assistido por computador, respectivamente) com o objetivo de despertar a curiosidade dos alunos, integrando-os à tecnologia e dando sentido ao que estudam em sala de aula, já que apresentam uma demonstração prática de como o conteúdo de aplicação de forças poderá ser útil para a vida de todos os discentes, não só os que pretendem ter uma carreira focada na área de exatas ou particularmente na engenharia. Despertar interesse pelo saber nesta importante área do conhecimento foi a principal motivação para o trabalho.

Os softwares utilizados no trabalho são o Autodesk AutoCAD 2013 e o Autodesk Inventor 3D 2016, ambos em versão estudantil. O primeiro é o software CAD mais reconhecido no mundo, enquanto o segundo não se trata apenas de ferramenta CAE/CAD, como também trabalha a área CAM (Manufatura auxiliada por computador).

As principais abordagens metodológicas utilizadas em ensino regular ou híbrido: aulas teóricas do conteúdo seguidas de demonstração através das ferramentas utilizadas, visando reduzir a dificuldade que os alunos possuem em visualizar os fenômenos estudados. A maior dificuldade para esta parte da metodologia de trabalho é a própria infraestrutura da escola e, com relação a ao ambiente virtual, a internet para os alunos.

Algumas questões foram norteadoras para o desenvolvimento do trabalho sendo elas: De que forma aumentar a capacidade de compreensão dos alunos da primeira série do Ensino Médio sobre aplicação de forças?;O que pode ser feito para demonstrar de maneira mais compreensiva sua aplicabilidade prática ao cotidiano?;Que metodologia empregar para ensinar estes alunos a utilizar ferramentas computacionais para isto?;Apesar das reconhecidas dificuldades, como podemos implementar estas ferramentas em ensino hibrido e regular?

Tendo como objetivo principal demonstrar para os alunos a aplicação das forças no plano tridimensional através de ferramenta CAE/CAD, melhorando sua capacidade de compreensão sobre esta área da Dinâmica, motivando-os e demonstrando sua aplicação e importância no cotidiano. Além dos objetivos que foram específicos como: Mostrar a importancia das ferramentas; ensiná-los a comparar os resultados obtidos ao método teórico convencional; implantar este mecanismo de estudo como ferramenta de ensino e melhoria de demonstração do conteúdo teórico abordado.

As atividades iniciaram com a abordagem do conteúdo de Dinâmica aonde o foco voltou-se para o estudo de aplicação de forças, seguido com a demonstração dessa aplicação através da ferramenta como forma de visualização do fenômeno abordado, visando como resultado a maior compreensão e visualização do conteúdo.

1.1. JUSTIFICATIVA

O conceito abordado para a elaboração do projeto é o estudo Dinâmico de forças com destaque no projeto para análise em um plano inclinado, conteúdo esse de difícil visualização por parte da maioria dos discentes em relação ao fenômeno ocorrido.

O conceito científico de força foi introduzido nos quadros do pensamento humano por Johannes Kepler (1571 -1630), o astrônomo alemão que se tornou famoso principalmente por ter descoberto as leis do movimento dos planetas em torno do Sol. O conceito dominante de força, antes de Kepler, era o dos aristotélicos: força podendo ser apenas empurrão ou puxão. O conceito de força que vamos apresentar a seguir, e que adotamos por julgar o mais conveniente para as nossas finalidades, é o conceito clássico, construído por Galileo e com ênfase no conceito de Newton.

Observa-se, que os alunos de Ensino médio muitas vezes não possuem acesso à experimentação ou Demonstração através de ferramentas e softwares, fazendo com que o aprendizado se torne monótono e desinteressante na visão dos alunos. Estamos na Era digital em que todos têm acesso a meios eletrônicos com mais facilidade e a ferramenta principal é a internet que pode ser um atalho de ajuda devido ao grande leque de informações sobre o conteúdo que podem ser acessados e as várias ferramentas que podem ser utilizadas como auxílio no processo de ensino. Porém, para que isso seja possível o Professor tem que ser licenciado e não apenas habilitado na Disciplina o que muitas vezes torna maior a dificuldade de ensinar o

conteúdo e abordagem com esses modelos de ferramentas como exemplo o AutoCAD.

Segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais – DCNEM (BRASIL, 2013, p. 180) o conhecimento é a “matéria prima” do trabalho pedagógico escolar. Nessa perspectiva, é importante destacar que a contextualização dos conteúdos com a realidade vivenciada pelos alunos, passe a ter sentido e aprofundamento dos conhecimentos, fazendo com que disciplina se torne coerente, dispondo sobre uma nova visão, apresentando-se como um recurso para o ensino do professor e aprendizagem do aluno. A teoria de Vygotsky é abordada neste trabalho no sentido de que a aprendizagem deve ter um papel intermediário, o professor tendo a clareza da importância de seu papel como facilitador, mediador dos processos significativos de aprendizagem, os conteúdos passam a ser compreendidos na efetiva ação pedagógica.

Segundo Fiolhais e Trindade (2003, p. 264) [3],

> *“embora as simulações não devam substituir por completo a realidade que representam, elas são bastante úteis para abordar experiências difíceis ou impossíveis de realizar na prática”.*

Medeiros e Medeiros (2002, p. 3) [11] reforçam esta constatação: “as simulações podem ser bastante úteis, principalmente quando a experiência original for impossível de ser reproduzida pelos estudantes.”

A proposta tem como um dos focos a análise qualitativa dos fenômenos físicos apresentados. As atividades práticas no ensino da Física são de fundamental importância para que os alunos consigam visualizar de forma coerente e muitas vezes lúdica, analisando fenômenos abordados, tanto qualitativos como também na parte quantitativa, resultando assim uma melhor absolvição do conteúdo e colaboração para um melhor processo de aprendizado.

As atividades práticas de acordo com Conforme Zanon e Silva (2000):

As atividades práticas podem assumir papel fundamental na promoção de aprendizagens significativas em ciências e, por isso, consideramos importante valorizar propostas alternativas de ensino que demonstrem potencialidade da experimentação através de inter-relações entre os saberes teóricos e práticos inerentes aos processos do conhecimento escolar. (p.182)

Sendo assim, o trabalho pode ser interessante para a comunidade acadêmica e poderá contribuir com a melhoria do Ensino de Física.

1.2. OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS

O objetivo principal é demonstrar para os alunos a aplicação das forças no plano tridimensional através de ferramenta CAE/CAD e Inventor, melhorando sua capacidade de compreensão sobre esta área da Dinâmica, motivando-os e demonstrando sua aplicação e importância no cotidiano. Como objetivos específicos tem-se:

- Ensiná-los a comparar os resultados obtidos ao método teórico convencional;
- Implantar este mecanismo de estudo no Laboratório da escola como ferramenta de ensino e melhoria de demonstração do conteúdo teórico abordado; e
- Elaboração de um material de apoio em forma de manual, apresentado de forma escrita e detalhada.

As atividades iniciam com a abordagem presencial ou hibrida do conteúdo de Dinâmica onde o foco será o estudo de aplicação de forças, seguido com a demonstração dessa aplicação através da ferramenta como forma de visualização do fenômeno abordado, visando como resultado a maior compreensão e visualização do conteúdo.

1.3. PLANO DA DISSERTAÇÃO

A organização do trabalho será abordada na seguinte sequência:

- Capítulo 1: Introdução, justificativa, objetivos gerais e específicos, plano da dissertação e a importância da ferramenta Autodesk AutoCad e Inventor e motivação;
- Capítulo 2: Revisão Bibliográfica;
- Capítulo 3: Fundamentação Teórica, Vetores e Leis de Newton;
- Capítulo 4: Apresentação metodologia de pesquisa;
- Capítulo 5: Análise de dados e considerações finais;
- Por fim, têm-se os apêndices (A), com o exercício de sondagem e o (B), que apresenta o produto educacional.

1.4. A IMPORTÂNCIA DA FERRAMENTA AUTODESK AUTO CAD E INVENTOR.

A ferramenta CAD foi lançada pela empresa Autodesk no ano de 1982, dá-se o crédito ao termo CAD, sigla esta que significa desenho auxiliado por computador ao cientista da computação Douglas Taylor Ross. O software surgiu como ajuda para desenvolvimento de Projetos principalmente na área de engenharia e foi considerado uma revolução em diversos ramos da indústria nessa época. A empresa Autodesk iniciou a produção do AutoCAD em 2D (plano bidimensional) no ano de 1982, sendo utilizados na produção de desenhos técnicos, antes disso todos os desenhos eram feitos diretamente nos formatos de papel em cima de pranchetas ou utilizados outros métodos como esquadros e réguas “T”.

A ferramenta Autodesk inventor foi lançada em 1999, pela empresa Autodesk, a mesma que lançou a também ferramenta AutoCad. Sendo a principal função desse software paramétrico proporcionar ao projetista ou profissional que o utilize, comandos para modelagem de produtos sólidos em 3D. Algumas empresas destacam que a ferramenta Autodesk inventor permitiu maior eficiência e desenvolvimento na capacidade de produção de projetos, assim como a eliminação de algumas deficiências em testes como encaixes de peças e dimensões.

O software de projeto de CAD é utilizado em quase todos os setores em aplicações variadas, como projetos paisagísticos, construção de pontes, projetos de edifícios comerciais e filmes de animação. Com programas CAD 2D e 3D, é possível realizar uma variedade de tarefas: você pode criar um modelo 3D de um projeto, aplicar efeitos de materiais e iluminação, e documentar o projeto com cotas e outras anotações.

Os softwares ajudam projetistas e engenheiros a projetarem, visualizarem e simularem produtos completos antes de construí-los.

Figura 1 - Simulações retiradas do site Autodesk utilizados em projetos de Engenharia. Fonte: https://www.autodesk.com.br/solutions/cad-design

1.5. MOTIVAÇÃO.

O processo de aprendizagem no ensino da física ainda é considerado estático para muitos. Buscar métodos e inseri-los no contexto do ensino através de ferramentas tecnológicas vem sendo a abordagem que está trazendo os alunos mais próximos a realidade e despertando em muitos a curiosidade além do interesse em aprender.

Elaborar práticas de Ensino que incentivem o aluno dentro do contexto escolar é um grau de dificuldade enorme, pois, depara-se com um aspecto preocupante: a realidade que se faz presente em relação ao discente, no qual destaca-se o desinteresse em aprender física, disciplina essa que para alguns alunos torna-se ainda mais difícil devido a forma no qual se é ensinado. Muitos professores utilizavam apenas o quadro e livro didático para explanação do conteúdo de estudo de forças, sendo apenas esse suporte para o ensino. A partir da implementação da tecnologia, dentre os quais destaca-se o uso do computador, internet e ferramentas, buscou-se um meio de atrair os alunos e incentivá-los ao aprendizado, não como ferramenta de distração, mais que possa trazer o aluno a novos métodos de educação, aproveitando tudo de bom que a tecnologia possa trazer em benefício do aprendizado

No contexto escolar onde o ensino é defasado, a utilização da modelagem e a simulação computacional como ferramentas tecnológicas no ensino de Física, podem atender às competências e habilidades já estabelecidas nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), constituindo assim uma possível alternativa aos equívocos conceituais presentes nos diversos instrumentos didáticos (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002). A descrição dos autores sobre a utilização de ferramentas:

> *[...] tendo claros os objetivos educacionais pretendidos ficam mais fácil utilizar as ferramentas computacionais a fim de que os alunos compreendam os conceitos, construindo seu conhecimento na medida em que se torna um agente que participa, interage, constrói, discute e modifica seu pensamento (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002, p. 3).*

O objetivo deste projeto é despertar no aluno o interesse e a curiosidade sobre o que está sendo explanado, fazendo com que a aula se torne algo que acrescente conhecimento e mostre a importância do conteúdo de Física no cotidiano.

Para Felipe et al. (2005), a investigação das possibilidades de aprendizagem com a utilização de animações e simulações interativas em computador é um campo bastante atrativo para se avaliar as reais possibilidades deste recurso em salas de aulas. As simulações e animações permitem a visualização de fenômenos tanto em situações em que há falta de equipamentos quanto na realização de experimentos difícil reprodução.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.

Para embasamento na elaboração deste trabalho, foram consultados e citados artigos sobre as ferramentas AutoCad Autodesk e Inventor, livros didáticos sobre Leis de Newton e Vetores, além de dissertações de Mestrado do MNEPF que colaboraram com a construção desse projeto.

Alguns artigos foram usados como alicerce para a elaboração do Projeto, que conceituam a importância das ferramentas no Ensino de física, sendo de grande relevância no processo de ensino -aprendizagem, citando Thiago Gianaccini em seu Artigo publicado em 23 de março de 2012 intitulado “O Surgimento do AutoCAD e Sua Importância para a Indústria”, Nele o Autor destaca a importancia da ferramenta uma revolução nos mais diversos ramos da indústria em 1982 e hoje é considerado o software de CAD mais utilizado no mundo.

Outras Publicações relevantes foram empregadas como fomento, relacionadas a Teoria de Vygotsky, onde aborda-se que: O aprendizado deve ser necessariamente mediado, tornando o papel do ensino e do professor mais ativo e determinante.

A pesquisa do material bibliográfico em questão, foi resultado de busca via internet e materiais em formatos PDF, por meio das ferramentas de busca Google e google acadêmico e do banco de Dissertações do Programa Nacional de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, a partir das seguintes palavras-chave: “Ensino de Física”; “Ferramentas Autodesk”; “AutoCad”; “teoria de Vygotsky”; “vetores”; e, “Leis de Newton”.

Perante o exposto, foram usados como base três livros um Nacional e dois Internacionais, que abordam o Conteúdo de Física sobre Vetores e Leis de Newton, com publicações entre 2002 e 2016, Artigos e Periódicos que datam de 2002 até 2019, Dissertações de Mestrado do MNPEF, publicados no período de 2016 a 2019.

Na sequência, apresenta-se a descrição das obras utilizadas na construção da presente Dissertação:

- Livros que abordam o Conteúdo de Física I:

Nussenzveig (2002) – Em seu Livro clássico intitulado Volume I de Física Básica--4ª edição, tem como principal motivação, introduzir às idéias fundamentais da Física, percebendo-a como um dos instrumentos centrais para a compreensão da

natureza, bem como para o desenvolvimento da Tecnologia. Tendo ênfase na assimilação de conceitos e princípios da Física Básica.

Halliday (2016) - Tem como principal objetivo proporcionar aos professores um instrumento por meio do qual eles possam ensinar os alunos a estudar assuntos científicos, identificar conceitos fundamentais, pensar a respeito de questões científicas e resolver problemas quantitativos.

Ramalho (2009) – Na sua obra intitulada Os Fundamentos da Física, utilizada como material didático principalmente em Escolas militares no Ensino Médio, desenvolve o conteúdo básico de Física estabelecido para o Ensino Médio, relacionando as Leis e os fenômenos físicos ao dia a dia e ao desenvolvimento de processos tecnológicos.

- Publicações e Revistas que abordam a Teoria de Vygotsky:

Professor Josias (2008) - em seu blog aborda o Construtivismo em Vygotsky, e, seu interesse por enfatizar o papel da interação social ao longo do desenvolvimento do homem.

Márcio Ferrari (2008) – A Revista Nova Escola destaca Lev Vygotsky como, o teórico do ensino como processo social - destacando o papel do professor como impulsionador do desenvolvimento psíquico com a competência de elaborar critérios para avaliar as habilidades que os alunos já têm e aquelas que eles poderão adquirir.

- Monografia que apresenta a Teoria de Vygotsky:

Prass (2012) – Este trabalho destaca que na prática escolar, a teoria de Vygotsky aparece nas aulas com favorecimento da interação social, onde os professores possam falar e estimular e valorizar o diálogo entre os membros do grupo.

- Documento público que norteia o ensino Básico:

Material utilizado como norte sobre Ensino Básico - Parâmetros Curriculares Nacionais e Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - ciências da natureza, matemática e suas tecnologias (2002).

- Artigo que apresenta a importância da Tecnologia no Ensino da Física.

Toniato, Ferreira, Ferracioli (2005) – No artigo intitulado Tecnologia no Ensino de Física :Uma Revisão do XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física -ressalta que deve haver a plena liberdade de criação da comunidade acadêmica para explorar as mais variadas alternativas proporcionadas pelas tecnologias de informação e

comunicação. Sendo pautada pelos passos de uma investigação científica, que inclui a explicitação de uma reflexão teórica sobre o tema e um claro delineamento do estudo, especificando os instrumentos de coleta de dados, amostragem e técnicas de análise de dados.

Rocha Junior, Rocha (2017) - Neste trabalho conclui-se que, as aulas experimentais são fundamentais para o desenvolvimento do conhecimento científico e, além disso, ferramentas eficientes para provocar o interesse dos discentes a respeito da Física.

- Publicações e sites sobre a Ferramenta AutoCad:

Autodesk (2020) – Neste site oficial da marca destaca-se que, O software de projeto de CAD é utilizado em quase todos os setores em aplicações variadas, como projetos paisagísticos, construção de pontes, projetos de edifícios comerciais e filmes de animação.

Rafael Mendonça (2014) – Neste documento intitulado História do AutoCad, destaca a importancia do AutoCad 2D na elaboração de modelagem em 3D com rotações fáceis e sólidas em três dimensões. Simulações avançadas.

- Dissertações que orientaram na elaboração deste trabalho:

Francisco Duarte Magalhães Silva (2011) – Na dissertação de sua autoria titulada O Cad aplicado ao Projeto do produto: O Ponto de vista dos designers industriais– relata em sua pesquisa que, o CAD ajuda a produzir a intermediação entre os profissionais envolvidos no desenvolvimento de um produto. Sendo visto como ferramenta de ligação entre as idéias do designer e o produto fabricado.

Rafael Lopes (2017) - Em sua dissertação intitulada Uma introdução ao Ensino da Eletrodinâmica por meio de roteiros, para alunos do Ensino Fundamental II e a confecção do manual de auxílio – propõe a construção de manuais desenvolvidos por meio de roteiros que abordem a temática através de textos de composição histórica, desenhos, investigação e realização de experimentos físicos capazes de demonstrar os fenômenos.

Clenilson Alves Cortez (2019) – Em sua dissertação intitulada Utilização do pêndulo duplo no ensino de conceitos básicos da teoria do caos determinístico no ensino médio: uma proposta de ensino potencialmente significativa – Teve por objetivo a elaboração de uma sequência didática, além de obter por meios de simuladores computacionais indícios de Aprendizagem significativa.

Objetivando um aprendizado por meio de interação tecnológica e participativa, a vigente Dissertação também fez uso de ferramentas tecnológicas atuais, além de simuladores computacionais, em concordância com as orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCN+.

Desta forma, o presente trabalho teve como embasamento teórico, documentos e materiais de conteúdo públicos, com as temáticas “Ferramentas CAE/CAD e Inventor”; “Vetores” e, “Leis de Newton” com abordagem principal direcionada a primeira série do Ensino Médio.

3.FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.

Para fundamentar este trabalho utiliza-se a Teoria da Interação, onde o desenvolvimento cognitivo do aluno se dará por troca de experiências e idéias. Com a implementação do Ensino híbrido, o professor pode utilizar esse trabalho no ensino EAD através de vídeo aulas, onde se apresentaria nesse momento uma opção de interação a distância.

Como embasamento teórico para o Projeto tem-se o conceito central da teoria de Vygotsky que é o de atividade, sendo a unidade de construção da arquitetura funcional da consciência; um sistema de transformação do meio (externo e interno da consciência) com ajuda de instrumentos (orientados externamente; devem necessariamente levar a mudanças nos objetos) e signos (orientados internamente; dirigidos para o controle do próprio indivíduo).

É destacada, portanto, a importância da figura professor como identificação/modelo e como elemento-chave nas interações sociais do estudante.

Os sistemas de signos, a linguagem, os diagramas que o professor utiliza têm um papel relevante na psicologia Vygotskyana, pois a aprendizagem depende da riqueza do sistema de signos transmitido e como são utilizados os instrumentos.

O objetivo geral da educação, na perspectiva Vygotskyana, seria o desenvolvimento da consciência construída culturalmente. Segundo (Ostermann 2011):

> *"Na prática escolar, a teoria de Vygotsky aparece nas aulas onde se favorece a interação social, onde os professores falam com as crianças e utilizam a linguagem para expressar aquilo que aprendem, onde se estimula as crianças para que expressem oralmente e por escrito e nas classes onde se favorece e se valoriza o diálogo entre os membros do grupo"*

Vygotsky atribuiu muita importância ao papel do professor como impulsionador do desenvolvimento psíquico das crianças. A idéia de um maior desenvolvimento conforme um maior aprendizado não quer dizer, porém, que se deve apresentar uma quantidade enciclopédica de conteúdos aos alunos. O importante, para o pensador, é apresentar às crianças formas de pensamento, não sem antes detectar que condições elas têm de absorvê-las.

Os enfoques principais que este autor traçou quanto as questões de aprendizagem e desenvolvimento: necessidade da interação nesse processo, o valor

da potencialidade para o processo de aprendizado, bem como o papel da escola no desenvolvimento cognitivo do indivíduo.

Para Vygotsky, como a aprendizagem impulsiona o desenvolvimento, a escola tem um papel essencial na construção do ser psicológico e racional. A escola deve dirigir o ensino não para etapas intelectuais já alcançadas, mas sim para estágios de desenvolvimento ainda não incorporados pelos alunos, funcionando como um incentivador de novas conquistas psicológicas. Assim, a escola tem ou deveria ter como ponto de partida o nível de desenvolvimento real da criança (em relação ao conteúdo) e como ponto de chegada os objetivos da aula que deve ser alcançado, chegando ao potencial da criança. O papel explícito do professor será de interferir na zona de desenvolvimento proximal dos alunos, provocando avanços que não ocorreriam espontaneamente.

Na sequência, será apresentado o Capítulo de Física sobre Vetores e Leis de Newton, assuntos esses, que regem o produto elaborado.

3.1. VETORES.

A análise vetorial que conhecemos hoje é em grande parte o resultado do trabalho feito no fim do século XIX por Josiah Willard Gibbs e Oliver Heaviside.

Um vetor é uma grandeza que possui intensidade(módulo), direção e sentido. O módulo de um vetor é um escalar. Um escalar é determinado por um número seguido de uma unidade de medida. O vetor deslocamento é usado para indicar mudança de posição.

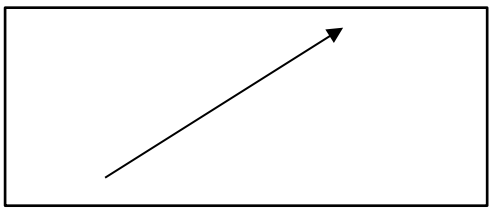


Figura 2 - Representação de deslocamento como vetor, a seta representa diretamente a direção e sentido. Fonte: O próprio Autor.

Nussenzveig (2002) em seu livro Curso de Física Básica no capítulo 3, trata sobre vetores, que é possível descrever o movimento independente da escolha do sistema de coordenadas com auxílio deste conceito.

> *"Grandezas físicas representadas apenas por um número, como o tempo e a distância, chamam-se grandezas escalares; as que são representadas por vetores, como deslocamento, chamam-se grandezas vetoriais, por conseguinte, uma grandeza física é um vetor quando é caracterizada por magnitude ,direção e sentido e se comporta como um deslocamento ,ou seja ,obedece a leis de composição do mesmo tipo que correspondem a soma de vetores e correspondem à soma de vetores e ao produto de um vetor por um escalar."*

O motivo principal de uso de vetores na física é por ser inerente, representando uma grandeza vetorial, o que mostrará autonomia em relação aos sistemas de coordenadas., na Trajetória de uma partícula deslocada em relação a uma origem dada, é necessário saber além de sua distância à origem, suas especificações quanto a direção e sentido do deslocamento.

Como exemplo de uma propriedade fundamental dos deslocamentos tem-se o navio dado por Galileu. O deslocamento total denominador da pedra que se deixa cair do topo do mastro pode ser considerado como resultante do deslocamento rx na direção horizontal, que representa o deslocamento do navio, e o deslocamento ry, que caracteriza à queda livre da pedra na direção vertical.

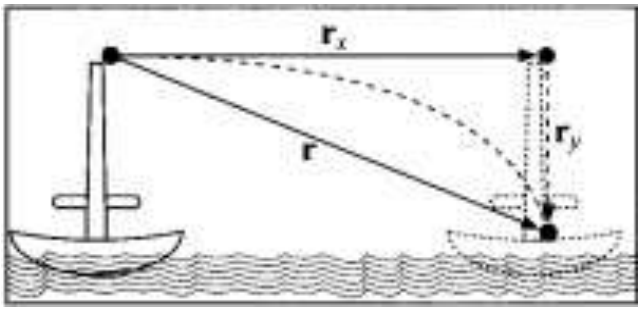


Figura 3 - Composição de deslocamentos. Fonte :Curso de Física Básica. H. Moysés Nussenzveig.

3.1.1. Operação com vetores.

Sabe-se que em operações com quantidades escalares utiliza-se a regra da álgebra usual. Os vetores representam quantidades que têm, além da magnitude ou módulo, uma direção e sentido. Desse modo, leva-se em conta esses fatores quando somadas duas dessas grandezas.

Algumas regras ou Leis fazem parte da Álgebra vetorial, das quais propriedades básicas foram “elaboradas” para serem aplicadas a vetores. Sendo aqui citada cinco regras.

Regra do paralelogramo: A soma pode ser feita com quaisquer vetores, ou seja, qualquer vetor que representa uma grandeza vetorial. Somando dois vetores: A e B, onde obtêm-se a soma S, ou seja,

$$\vec{S} = \vec{A} + \vec{B}$$

(Eq. 1)

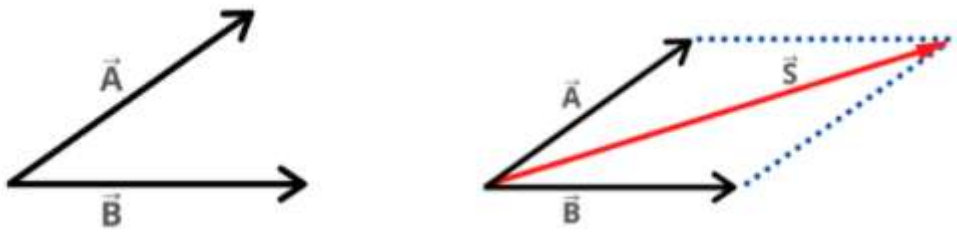


Figura 4 - Vetor resultante S deve partir da origem comum até o encontro das paralelas de A e B.Fonte. https://professorpinguim.com.br/

Soma de vários vetores: Utiliza-se na adição de vários vetores por vez. Deve-se coincidir a extremidade de um vetor (a ponta da seta) com a origem do outro. O vetor soma também chamado vetor resultante, será o vetor que une a origem do primeiro com a extremidade do último, formando assim um polígono.

$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} + \vec{C}$$

(Eq. 2)

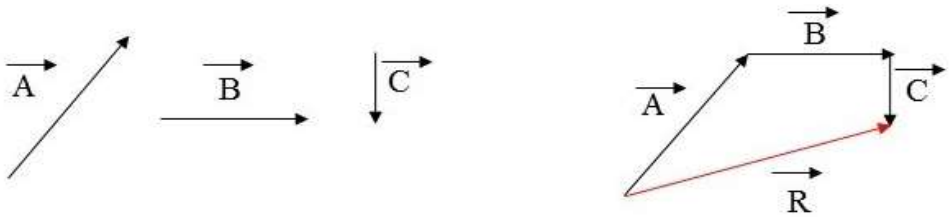


Figura 5 - Soma de vários vetores. Fonte. https://www.todamateria.com.br

Propriedade Comutativa: Representada pela soma de vetores sequentes:

$$\boldsymbol{a} + \boldsymbol{b} = \boldsymbol{b} + \boldsymbol{a}$$

(Eq. 3)

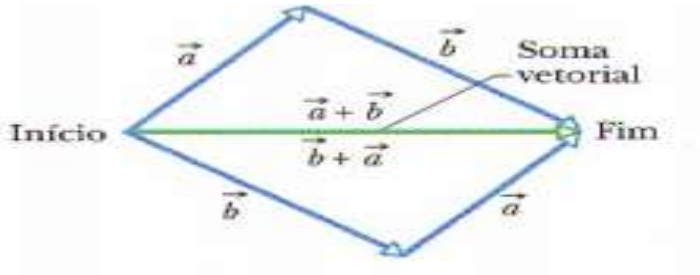


Figura 6 - Propriedade comutativa. Fonte. https://www1.univap.br/

Propriedade Associativa: A soma de vetores dispõe a propriedade:

$$(\boldsymbol{a} + \boldsymbol{b}) + \boldsymbol{c} = \boldsymbol{a} + (\boldsymbol{b} + \boldsymbol{c})$$

(Eq. 4)

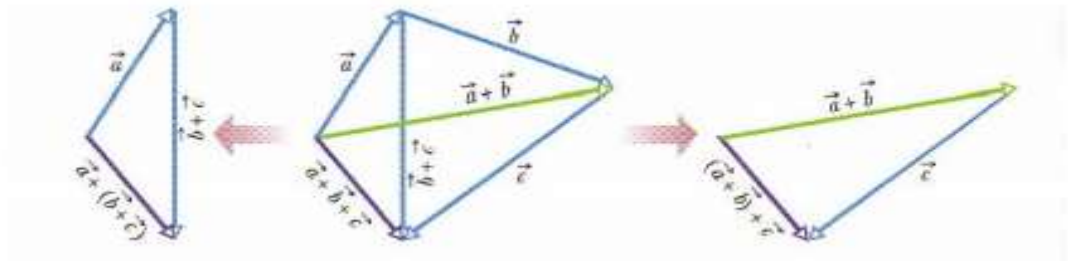


Figura 7 - Propriedade Associativa da soma de vetores. Fonte. https://www1.univap.br/

Vetor nulo: Com o objetivo de representar um deslocamento onde o móvel retorna ao mesmo ponto de partida, define-se vetor nulo por **0**. Logo, para qualquer vetor **r** a relação válida será:

$$r + 0 = r$$

(Eq. 5)

Expressa de outro modo, significa que a soma de um vetor **r** com um vetor –**r** resulta sempre no vetor nulo **0**.

$$\boldsymbol{r} + (-\boldsymbol{r}) = \boldsymbol{0}$$

(Eq. 6)

Vetor oposto: Considera-se que, para cada vetor **u**, existe o vetor **-u**, denominado vetor oposto de **u**, no caso do vetor deslocamento, direciona sempre ao ponto de partida. A diferenciação entre o vetor **u** e o vetor **- u** é apenas o sentido.

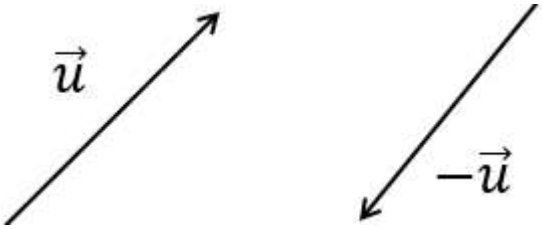


Figura 8 - Deslocamento oposto. Fonte: http://portaldoaluno.webaula.com.br

Diferença de dois vetores: Através da descrição de vetor oposto, define-se a diferença de dois vetores. Para se calcular a diferença de dois vetores $\mathbf{V_1}$ e $\mathbf{V_2}$, na forma $\mathbf{V_2 - V_1}$, soma-se $\mathbf{V_2}$ com o vetor oposto de $\mathbf{V_1}$, ou seja,

$$\mathbf{V_2} - \mathbf{V_1} = \mathbf{V_2} + (-\mathbf{V_1})$$

(Eq. 7)

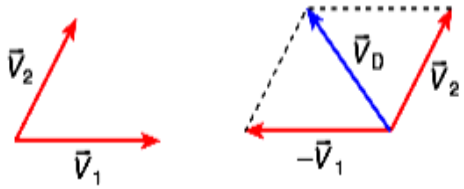


Figura 9 - Diferença de dois vetores. Fonte: https://nelsonreyes.com.br/VETORES.pdf

A figura 9 mostra que para obter graficamente a diferença de dois vetores, $\mathbf{v_2 - v_1}$, é necessário unir a extremidade do vetor $\mathbf{v_1}$ á extremidade do vetor $\mathbf{v_2}$, equivalente à outra diagonal na regra do paralelogramo.

3.2. ESTUDO DE FORÇAS NO ENSINO DE FÍSICA.

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2002) a Física deve ser apresentada aos alunos, de modo a viabilizar que eles possam, a partir dos seus princípios, leis e modelos, “perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante” (p.59).

Além disso, é imprescindível a mediação do professor, introduzindo novas ideias, para levar o aluno à compreensão dos conceitos trabalhados no texto. Assim, o desenvolvimento do conteúdo do discurso se dá na medida em que as abordagens comunicativas vão sendo produzidas por meio de diferentes padrões de interação e intervenção do professor (MORTIMER e SCOTT, 2002, p.33 e 35).

A abordagem do conteúdo sobre forças é de suma importância para a compreensão do aluno sobre a parte fundamental da Dinâmica, logo, a implementação de ferramentas como didática diferenciada tendo como mediador o professor, pode possibilitar ao aluno uma compreensão maior de alguns tópicos que, na visão de alguns alunos é de difícil visualização, sendo assim de difícil compreensão do conteúdo analisado.

Galileu proporcionou um grande avanço no entendimento do movimento, quando descobriu a lei da inércia: um objeto por si só, sem a influência de outros corpos, permanece em movimento retilíneo com velocidade constante, ou contínua em repouso, conforme esteja inicialmente em movimento, ou em repouso.

Porém faltava saber como um objeto, afetado por outros corpos, muda sua velocidade. Esta contribuição foi devido à Isaac Newton, que, em seu tratado Os Princípios Matemáticos da Filosofia Natural, formulou três leis do movimento, conhecidas como Leis de Newton: A Primeira Lei é simplesmente uma redefinição da lei da inércia descoberta por Galileu. A Segunda Lei fornece uma forma específica de determinar como a velocidade de um objeto muda na presença de forças(interações). E a Terceira Lei define que, sempre que um objeto exerce uma força sobre um segundo objeto, este atuará com força igual e oposta sobre o primeiro. Forças são pares, constituindo a interação entre um objeto e outro.

3.2.1. Forças em equilíbrio.

Nussenzveig descreve em seu livro curso de física básica no capítulo sobre Leis de Newton o efeito de uma força aplicada a uma partícula, tendo como objetivo introduzir o conceito de força.

> *"Historicamente, as forças e seus efeitos foram analisados primeiro em situações "estáticas", ou seja, de equilíbrio, e vamos inicialmente considerar situações deste tipo afim de formular um método (que será ainda provisório) de medir o efeito de uma força. Também vamo-nos limitar, por enquanto, aplicadas a uma partícula, ou seja, um corpo de dimensões desprezíveis. "*

Sabe-se que, uma partícula que permanece em repouso em relação a um dado referencial está em equilíbrio nesse referencial.

Em experiências diárias pode-se observar que, ao puxar uma partícula que está ligada à extremidade de uma mola, estando a outra extremidade rigidamente fixa, produz-se na mola uma distensão, cuja medida pode ser usada para avaliar a força

que foi aplicada à partícula. Mas, para que isto possa ser feito, é preciso, em primeiro lugar, que a distensão seja proporcional ao valor da força aplicada à mola.

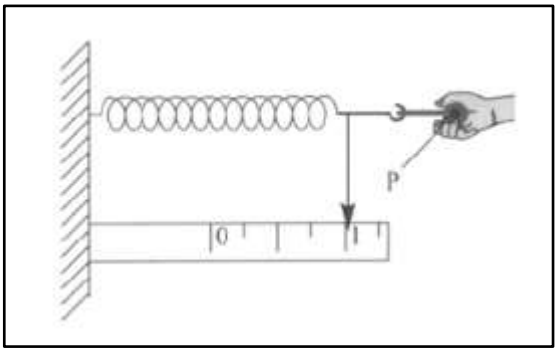


Figura 10 - Distensão de uma mola. Fonte: Curso de Física Básica. H. Moysés Nussenzveig.

É mostrada na experiência que, enquanto a mola não sofrer uma deformação permanente, devido a forças suficientemente grandes, esta proporcionalidade existe. Em vista disto, podemos associar à mola uma escala que consiste numa graduação “0”, “1” etc. Quando um ponteiro ligado à mola indicar a marcação “0” isto significa que nenhuma força está sendo aplicada sobre a mola. Através desta escala já é possível comparar a magnitude das forças. Por exemplo, quando duas pessoas diferentes aplicam esforços que levam o ponteiro à mesma posição de equilíbrio sobre a escala, podemos dizer que estas pessoas produzem “a mesma força” sobre a partícula, como mostrado na figura 11.

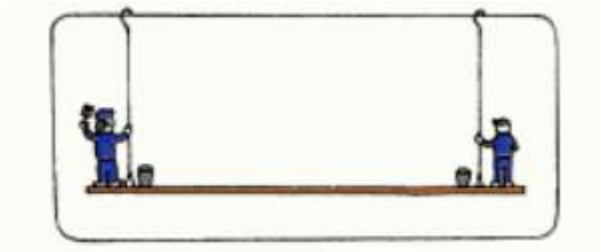


Figura 11 - Equilíbrio de forças. Fonte: https://www.fisica.net

Outra consideração agora, se deve a uma partícula, que estava suspensa em uma mola, colocada sobre uma mesa, onde também permanece em equilíbrio Fig.12. Tem-se duas forças**: F e −F**.

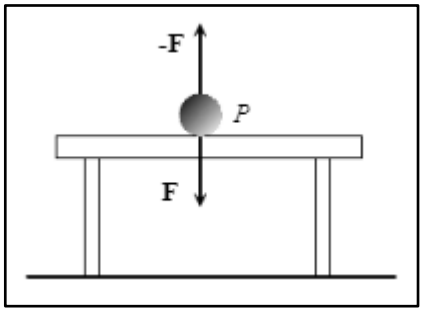


Figura 12 - Reação de contato. Fonte: Curso de Física Básica. H. Moysés Nussenzveig.

Conclui-se que a força **F** deve-se à atração gravitacional da Terra, e a força **−F** é uma força aplicada pela mesa sobre a partícula, equilibrando a força-peso.

3.2.2. Leis de Newton:

Antes da Mecânica Newtoniana, acreditava-se que o corpo em movimento era mantido pela ação de uma influência ou de uma força. No século XVII ,Galileu Galilei com suas observações e experimentos elaborou o conceito de Inércia que seria a tendência das coisas de resistir a mudanças no seu movimento, Porém, não se sabia, como um objeto, afetado por outros corpos, mudava sua velocidade; contribuição esta nomeada à Isaac Newton, que, em seu tratado Os Princípios Matemáticos da Filosofia Natural, formulou três leis do movimento, conhecidas como Leis de Newton: A Primeira Lei é simplesmente uma redefinição da lei da inércia descoberta por Galileu. A Segunda Lei fornece uma forma específica de determinar como a velocidade de um objeto muda na presença de forças(interações). E a Terceira Lei descreve as forças de uma maneira mais geral.

Newton, em seu monumental tratado “Os Princípios Matemáticos da Filosofia Natural”, publicado em 1687, formulou três “Axiomas ou leis do Movimento”.

Figura 13 - Issac Newton. Fonte. https://www.magnusmundi.com

É importante ressaltar que para estudar as Leis de Newton, é necessário entender o sistema de referencial inercial, devido as leis só serem válidas dentro deste sistema.

Referenciais inerciais são aqueles que se movem com velocidade constante um com relação aos outros. Nestes casos as posições e velocidades podem ser diretamente passadas de um referencial para o outro. Outra forma de ver isso é dizer que não existe referencial privilegiado.

Referenciais acelerados necessariamente envolvem a presença de forças externas e deste modo não se pode aplicar a 1ª Lei de Newton nestes casos. A teoria da relatividade Geral de Einstein fornece uma forma de se abordar este tipo de problema, e, referenciais acelerados.

Temos a 1ª Lei de Newton ou Lei da Inércia:

“Todo corpo persiste em seu estado de repouso, ou de movimento retilíneo uniforme, a menos que seja compelido a modificar esse estado pela ação de forças impressas sobre ele”.

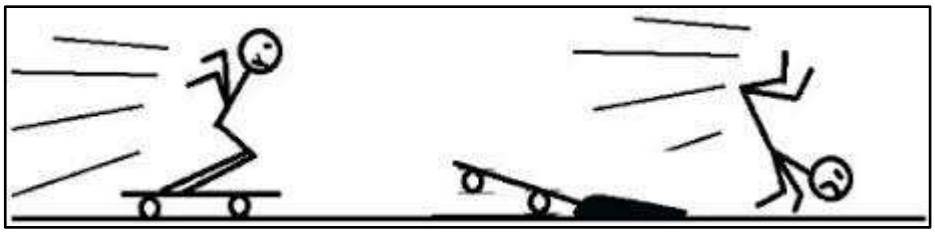


Figura 14 - Lei da Inércia. Fonte. https://beduka.com

Sabe-se que, a forma correta de usar a lei da inércia é buscar saber se existe ou não uma força aplicada sobre o objeto, sendo o conceito de força o resultado da interação entre o objeto considerado e sua vizinhança ou, uma parte abrangente de um sistema. Investiga-se, para isto, a ação de agentes externos e, a partir daí esta lei nos dirá se haverá ou não mudança no estado de movimento desse objeto. A variação no estado de movimento, portanto, não é a causa do aparecimento de uma força, mas simplesmente um efeito, sobre esse objeto, da força produzida por algum agente externo.

Halliday destaca na primeira Lei, a mão humana como exemplo, exercendo uma força sobre um bloco quando o põe em movimento. Um plano áspero exerce uma

força sobre o corpo ao diminuir sua velocidade, sendo que ambas as forças juntas, produzem uma variação na velocidade, ou seja, produzem aceleração.

Figura 15 - Exemplo adotado por Newton como a primeira de suas Três Leis. Fonte: Halliday.

Sendo o Princípio adotado por Isaac Newton como a primeira de suas três Leis do movimento. Enunciando com as seguintes palavras:

> *"Qualquer corpo permanece em seu estado de repouso ou de movimento retilíneo uniforme, a menos que seja obrigado a modificar tal estado por forças aplicadas a ele".*

De fato, a primeira Lei de Newton é uma afirmação sobre referenciais, pois, em geral, sabe-se que a aceleração do corpo depende do sistema de referência em relação ao qual ela é medida. Não havendo diferença entre um corpo em repouso e outro que se move em velocidade constante, em ambas as situações a ausência de forças é "natural". Fato esse, que se torna claro quando um corpo, em repouso em dado referencial inercial, é visto de um segundo referencial inercial, que se move com velocidade constante em relação ao primeiro. No primeiro referencial, um observador supõe que o corpo está em repouso, e no segundo referencial, um outro observador julga o mesmo corpo em movimento com velocidade constante sendo que, ambos notam que o corpo não possui aceleração, não modificando sua velocidade, ambos concluindo que, de acordo com a primeira Lei não há forças atuando pelo corpo.

Outra forma de enunciar a primeira Lei seria: "Se nenhuma força resultante atua sobre um corpo, sua aceleração é nula".

Como se pode saber se um referencial é ou não um referencial inercial? Citando como exemplo uma estrela, sabe-se que a lei da inércia vale num referencial ligado a ela. Vista de um referencial **O** uma partícula obedecerá a lei da inércia: na ausência de forças, a partícula estará em repouso ou em movimento retilíneo uniforme em relação àquele referencial. Agora suponha um referencial **O'** que se movimenta

com velocidade **u** em relação ao referencial inercial **O**. Se a partícula está em movimento retilíneo uniforme com velocidade **v** constante, em relação ao referencial inercial **O**, que a velocidade da partícula **v′** em relação ao referencial **O′**, é dada por:

$$\boldsymbol{v'} = \boldsymbol{v} - \boldsymbol{u}$$

(Eq. 8)

Para escrever esta equação, usa-se a correspondência:

$$\boldsymbol{v_{12}} \longrightarrow \boldsymbol{v'}; \boldsymbol{v_2} \longrightarrow \boldsymbol{v}; \boldsymbol{v_1} \longrightarrow \boldsymbol{u}$$

(Eq. 9)

Hipoteticamente, **v** é uma velocidade constante, então para que **v′** também o seja, isto é, para que a lei da inércia também se aplique à partícula no referencial **O′**, é necessária que a velocidade **u** com que o referencial **O′** se desloca em relação ao referencial inicial seja constante. Assim, qualquer referencial, em repouso ou em movimento retilíneo uniforme em relação a um referencial inercial, é também um referencial inercial.

A 2ª Lei de Newton:

“Sob a ação de forças, um objeto altera seu estado de repouso ou de movimento retilíneo uniforme em relação a um referencial inercial (Lei da inércia)”. Isto significa que a ação das forças implica em uma variação vetorial da velocidade do objeto, em relação a esse referencial. Sabe-se que, pela lei da inércia, uma força produz aceleração no movimento de um objeto, sem detalhes, pois a lei não fornece, qual a relação que deve existir entre força e aceleração. A busca desta relação é do que se trata a 2° lei de Newton.

Sabe-se que um objeto em queda livre nas proximidades da superfície da Terra tem aceleração constante, ou seja, **a=g**, onde g é vertical e dirigido para baixo. De acordo com a lei da inércia, quando há aceleração é porque existe uma força atuando no objeto. Qual será a força que atua no objeto?

Sabe-se que a Terra interage com todos os objetos que estão nas suas proximidades e o resultado desta interação (chamada atração gravitacional) é representado pela **força-peso**, que, como a aceleração no movimento de queda livre, é também uma força vertical dirigida para baixo. Visualiza-se, pendurando um objeto por uma mola e medindo a distensão desta que equilibra a força-peso, **F**.

Como a força-peso **F** e a aceleração **a** são vetores paralelos com o mesmo sentido, isto sugere que a aceleração devida a uma força seja proporcional à força. Considerando *k* como coeficiente de proporcionalidade, temos:

$$\boldsymbol{a} = k\boldsymbol{F}$$

(Eq. 10)

Em termos vetoriais, essa relação expressa o fato de que os vetores **a** e **F** são paralelos, onde **k** deve ser um escalar.

Pode-se usar a equação acima para saber o que acontece com a aceleração de dois corpos diferentes, quando neles aplicamos a mesma força. Aplicada a cada um dos corpos denominados **1** e **2**, assim, a relação nos fornece:

$$\boldsymbol{a_1} = k_1\boldsymbol{F_1}\,;\ \boldsymbol{a_2} = k_2\boldsymbol{F_2}$$

(Eq. 11)

Considerando que $\mathbf{F_1}$**=**$\mathbf{F_2}$(medida pela distensão de uma mola), temos:

$$\boldsymbol{a_1} = k_1;\ \boldsymbol{a_2} = k_2\boldsymbol{F}$$

(Eq. 12)

Ou seja, a menos que k_1 seja igual a k_2, a mesma força produz acelerações diferentes em corpos diferentes. Desta maneira podemos dizer que o coeficiente **k** mede uma propriedade do corpo, que caracteriza sua resposta à força aplicada.

Assim, se $k_1 > k_2$, a força aplicada ao corpo **1** produz uma aceleração a_1 maior do que a aceleração $\mathbf{a_2}$ produzida pela mesma força aplicada ao corpo **2**. Por outro lado, como a aceleração $\mathbf{a_2}$ é menor do que $\mathbf{a_1}$, as variações de velocidade sofridas pelo corpo **2** são menores do que as registradas pelo corpo **1**, e, por isso, dizemos que o corpo **2** resiste mais às variações de velocidade do que o corpo **1**.

Logo, o corpo **2** tem inércia maior do que o corpo **1**, uma vez que aquele resiste mais às variações de velocidade do que este, para a mesma força aplicada a ambos. Como por hipótese, $k_2 < k_1$, de onde se obtém (inércia) corpo **2 > (inércia)** corpo **1**, então o coeficiente **k** deve medir uma propriedade que é inversamente proporcional à inércia do corpo.

Denota-se por m a propriedade que está relacionada com a “inércia” desse corpo. logo, representa-se a proporcionalidade inversa através de k=1/m, assim; escreve-se a relação entre força e aceleração em termos do “coeficiente de inércia”, m, do corpo:

$$\boldsymbol{a} = k\boldsymbol{F} \longrightarrow \boldsymbol{a} = \frac{\boldsymbol{F}}{m} \quad para \quad k = \frac{1}{m}$$

(Eq. 13)

Em um experimento idealizado em discos deslizantes sobre uma camada de gás para minimizar o atrito por exemplo, uma força **F** medida pela distensão de uma mola aplicada a um disco D, desliza com movimento retilíneo uniformemente acelerado, sendo aceleração a e direção **F**. Aplica-se no mesmo disco a força 2**F**, ocorrendo que em 2**a** dispõe-se aceleração D. Apresentando o fato de proporcionalidade entre aceleração e força para um mesmo corpo D:

$$\boldsymbol{a} = \frac{\boldsymbol{F}}{m}$$

(Eq. 14)

No qual, o coeficiente de proporcionalidade 1/m é característico do disco D. tem-se a força em F, e empilhando dois discos idênticos D e D`, a aceleração cairá à metade. Comparando as experiências, atribui-se o coeficiente de proporcionalidade 1/(2m), ao sistema de dois discos idênticos chamados D e D´, ou, que a inércia de dois objetos idênticos formando um objeto único é o dobro da de algum deles, no caso o coeficiente de inércia m medirá a “quantidade de matéria “do objeto.

Sendo repetidas experiências com objetos diferentes sujeitos à mesma força F, obtém-se de forma mais geral:

$$\boldsymbol{F} = m_1\boldsymbol{a_1} = m_2\boldsymbol{a_2}$$

(Eq. 15)

Isto é, $|\boldsymbol{a_2}|/|\boldsymbol{a_1}| = m_1/m_2$: as acelerações adquiridas por diferentes objetos submetidos à mesma força, são inversamente proporcionais aos respectivos coeficientes de inércia. Desse modo, experiências desse tipo analisadas, permitem inferir a 2ª Lei de Newton:

$$\boldsymbol{F} = m\boldsymbol{a}$$

(Eq. 16)

No qual, o “coeficiente de inércia” associado à partícula sobre a qual age a força **F** chama-se massa inercial dessa partícula. A massa inercial dá uma medida de dificuldade de alterarmos a velocidade de uma partícula e isso porque a 2ª Lei de Newton pode ser escrita como:

$$m\frac{\boldsymbol{d\vec{v}}(t)}{\boldsymbol{dt}} = \vec{\boldsymbol{F}} \quad \frac{\boldsymbol{d\vec{v}}(t)}{\boldsymbol{dt}} = \frac{1}{m}\,\vec{\boldsymbol{F}}$$

(Eq. 17)

E, portanto, quanto maior a massa de um corpo, tanto menor será a sua variação de velocidade. Sendo que todo objeto sobre a superfície terrestre fica sujeito a forças, e se deve entender que aqueles em repouso tem uma força resultante nula agindo sobre eles.

Dessa Lei, depreende-se que forças são necessárias tanto para se colocar um objeto em movimento quanto para trazê-lo ao estado de repouso. Logo, a melhor forma de se escrever a equação de movimento, na forma que ela é entendida como a mais útil na resolução de problemas da mecânica, é:

$$m\vec{a} = m\frac{d\vec{v}(t)}{dt} = m\frac{d}{dt}\left(\frac{d\vec{r}(t)}{dt}\right) \equiv m\frac{d\vec{r}(t)}{dt^2}$$

(Eq. 18)

Logo,

$$m\vec{a} = m\frac{d\vec{r}(t)}{dt^2} = \vec{F}$$

(Eq. 19)

Sendo assim, conclui-se que a 2ª Lei de Newton resulta ser uma equação para determinar o vetor posição em qualquer instante de tempo (uma equação diferencial de segunda ordem no tempo).

Sendo a força uma grandeza vetorial, o mesmo acontecendo com a aceleração, logo, se pode escrever a Segunda Lei de Newton em componentes. Por exemplo, utilizando coordenadas cartesianas, a Lei de Newton se escreve:

$$m\boldsymbol{a_x} = \boldsymbol{F_X} \quad ,$$

$$m\boldsymbol{a_y} = \boldsymbol{F_Y} \quad ,$$

$$m\boldsymbol{a_z} = \boldsymbol{F_Z} \; .$$

(Eq. 20)

Observe que as Leis de Newton levam a um conjunto de 03 equações de movimento (no caso tridimensional) ou a um conjunto de 02 equações (no caso bidimensional), ou seja, uma equação para cada componente.

Marques (2016) ressalta que em um problema típico de mecânica, se está interessado na determinação da posição e velocidade de uma partícula a partir das

forças imprimidas ao objeto. Assim, o problema torna-se o de descobrir qual a função que, quando derivada, é igual a componente da força dividida pela massa. A isso corresponde o problema de determinar a velocidade como função do tempo.

Assim, o primeiro problema na mecânica, consiste em identificar as forças e, a partir delas, determinar a velocidade e a aceleração da partícula como função do tempo.

No Sistema Internacional (SI), a unidade de força é o Newton (N), sendo que, as unidades básicas são m(metro), kg (Quilograma) e s(segundo). Por definição 1N é a força que, quando aplicada a um corpo de massa de 1kg, comunica-lhe uma aceleração de 1m/s ^{2}. No Sistema CGS, as unidades básicas são cm, g e s.

A 2ª lei tem algumas implicações, em uma delas têm-se que, as grandezas físicas que intervêm na dinâmica são deslocamentos, velocidades e acelerações. Por isso, não precisamos considerar derivadas temporais da aceleração, tais como d**a/**dt**,** d^2**a/**dt ^{2} etc.

Tendo como outra implicação, referente ao caráter vetorial, como **a** é um vetor, segue-se da 2ª Lei que **F** é um vetor. Assim, se $\mathbf{F_1, F_2, \ldots, F_n}$ são forças de diferentes origens (gravitacional, elétrica, magnética etc.), que atuam sobre a mesma partícula, a força **F** que aparece em **F=** m**.a** é a força resultante que atua sobre a partícula, sendo a soma vetorial: $\mathbf{F=F_1+F_2+\ldots+F_n}$. Este resultado experimental é conhecido como princípio da superposição de forças. Podendo ser representado pela equação seguinte:

$$\sum \boldsymbol{F} = m.\boldsymbol{a}$$

(Eq. 20)

Sabe-se que uma propriedade Fundamental da Força é sua definição não apenas pela posição e velocidade da partícula, mas também, pelas posições e velocidades das partículas ao seu redor.

Concomitantemente, as Leis de Newton formam a estrutura teórica da Mecânica Clássica. Esta estrutura consiste em determinar o movimento de uma partícula, quando são dadas as forças que agem sobre ela, além da posição e velocidade no instante inicial sendo denominadas condições iniciais do movimento da partícula.

Diante da 2ª Lei de Newton,se deve saber que a massa é uma grandeza física fundamental. Logo, a massa caracteriza as propriedades inerciais do corpo. Sendo assim, quanto maior for a massa, maior será a força necessária para causar aceleração.

Quantidade de Movimento ou Momento Linear.

Newton, na sua formulação original da segunda lei, usou o conceito de quantidade de movimento (ou momento linear) definindo, desse modo:

> *"A quantidade de movimento é a medida do mesmo, que se origina conjuntamente da velocidade e da massa".*

Isto é, momento linear de uma partícula é o produto de sua massa por sua velocidade:

$$\boldsymbol{p} = m\boldsymbol{v}$$

(Eq. 21)

No qual, provém imediatamente que **p** é um vetor. Logo, se excluirmos os sistemas de massas variáveis, m não varia com o tempo, e a derivada temporal do momento converte-se em:

$$\frac{\boldsymbol{dp}}{\boldsymbol{dt}} = \frac{\boldsymbol{d}}{\boldsymbol{dt}}\,(m\boldsymbol{v}) = m\,\frac{\boldsymbol{dv}}{\boldsymbol{dt}} = m\boldsymbol{a}$$

(Eq. 22)

Fazendo a comparação desta equação, com a equação 15, considera-se que:

$$\frac{\boldsymbol{dp}}{\boldsymbol{dt}} = \boldsymbol{F}$$

(Eq. 23)

Correspondente à formulação de Newton de sua 2ª Lei: "A variação do momento é proporcional à força impressa, e tem a direção da força." Em outros termos, a força aplicada a uma partícula, produz continuamente uma variação do seu momento linear (através da variação de sua velocidade). Utilizando a linguagem matemática para esta formulação da 2ª Lei, força é igual a taxa de variação temporal do momento linear da partícula em que atua.

Conservação do Momento e a 3ª Lei de Newton:

A Força é resultado da interação entre os corpos. Newton especificou as principais características das forças resultantes de interação entre dois corpos em sua terceira Lei: "Para toda ação existe uma reação de mesma intensidade direção e

sentido oposto.”. A força não aparece sozinha e sim, aos pares denominados ação e reação, observando que cada uma dessas duas forças atuará em objetos distintos, divergindo entre si pelo sentido.

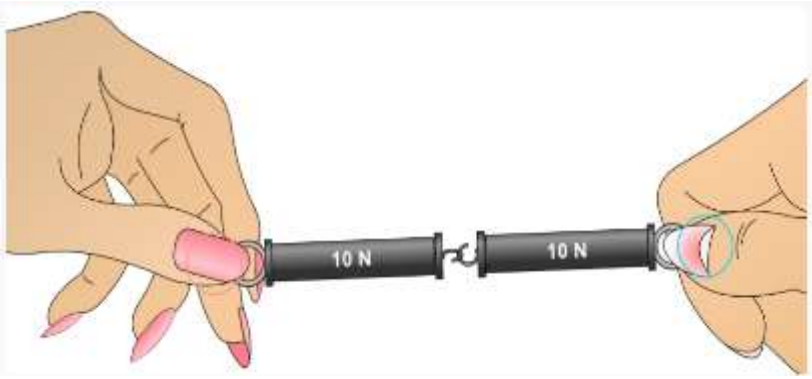


Figura 16 – Ao aplicar uma força do lado direito do dinamômetro é possível verificar que do lado esquerdo a força é reação é a mesma Fonte:https://www.vascak.cz/

Para discutir a interação de partículas, considera-se a situação mais simples possível, em que há apenas duas partículas interagentes, denominadas por 1 e 2; as únicas forças existentes são aquelas devidas à ação mútua de uma sobre a outra, $\mathbf{F_1}(_2)$, força sobre 1 devido a força 2, e $\mathbf{F_2}(_1)$, força sobre 2 devido a força 1.

A interação entre as duas partículas é analisada em experiências de colisão entre dois discos, sendo as forças de interação entre eles as forças de contato, que atuam somente durante o tempo de colisão, que é o intervalo de tempo Δt em que os dois discos permanecem em contato. Este intervalo é extremamente curto, podendo-se dizer que a colisão é “instantânea”. Antes e depois da colisão a força resultante sobre cada disco é nula, de modo que as velocidades dos discos antes e depois da colisão são constantes: $\mathbf{v_1}$ e $\mathbf{v_2}$ são as velocidades dos discos 1 e 2 antes da colisão e $\mathbf{v_1'}$e $\mathbf{v_2'}$, as velocidades correspondentes depois da colisão, respectivamente. Os momentos lineares correspondentes são designados por $\mathbf{p_1}$ e $\mathbf{p_2}$ (antes da colisão) e $\mathbf{p_1'}$e $\mathbf{p_2'}$ (depois da colisão). Em todas a experiências as colisões são frontais, ou seja, se dão segundo a linha que une os centros dos dois discos.

A experiência 1 resulta nos discos se aproximando com velocidades iguais e contrárias e, depois da colisão, afastam-se tendo permutado as velocidades. As experiências 2 e 3 tem inicialmente a mesma situação, sendo que na experiência 2 o segundo disco está inicialmente em repouso e o primeiro se aproxima dele com velocidade v; como resultado após a colisão, o primeiro disco para e o segundo afasta-

se com velocidade v, já na experiência 3 os dois discos permanecem colados, passando a se mover juntos com massa 2m e após a colisão, verifica-se que os dois discos juntos se movem com velocidade (1/2) v.

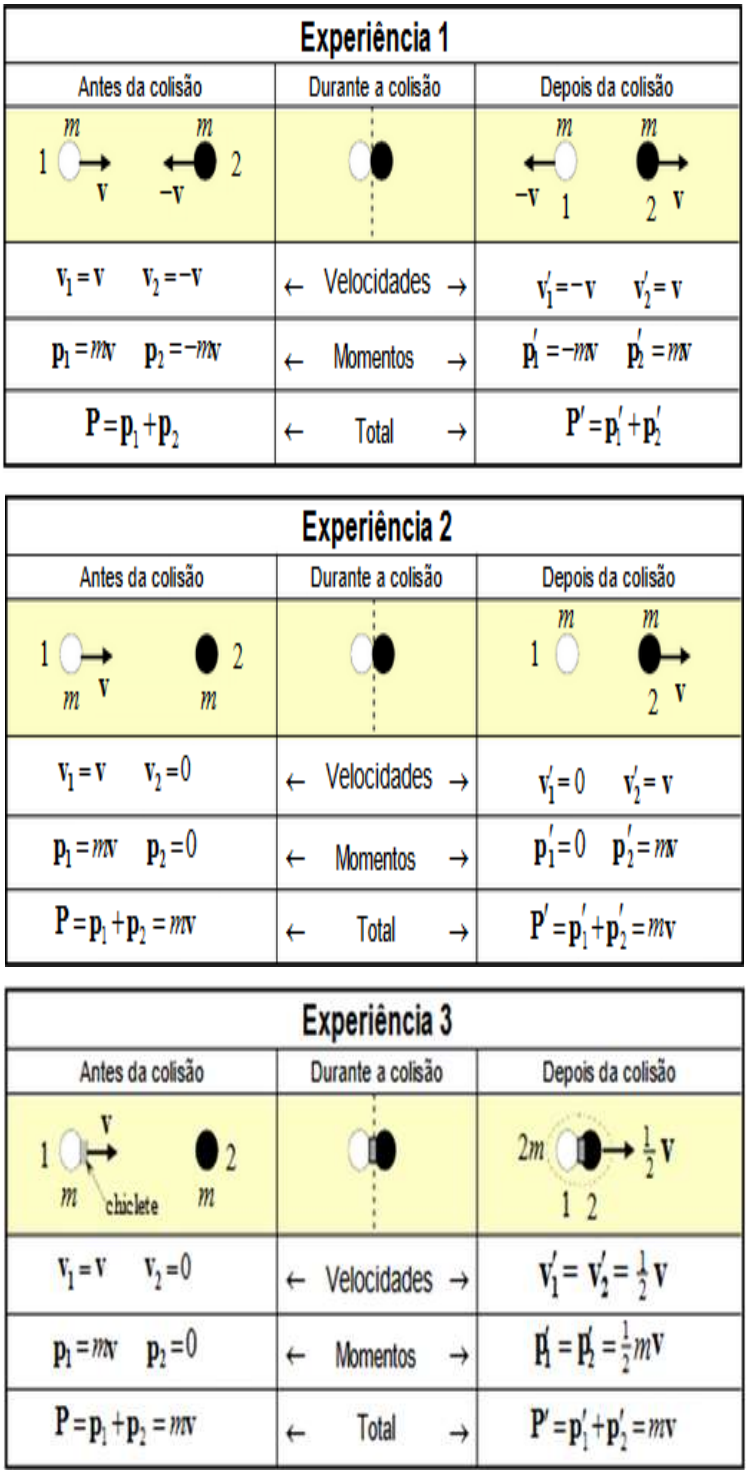


Figura 17 – Colisão entre discos. Fonte. Curso de Física Básica. H. Moysés Nussenzveig.

Observa-se em todas as experiências, o momento total do sistema de duas partículas é o mesmo antes e depois da colisão, isto é,

$$\boldsymbol{P = p_1 + p_2 = p'_1 + p'_2 = P'}$$

(Eq. 24)

No qual, **Δp = p$_{(depois)}$ − p$_{(antes)}$** é a variação do momento em consequência da colisão; **Δp$_1$** e **Δp$_2$** referem-se às variações do momento das partículas 1 e 2, respectivamente. Estas variações se produzem durante o intervalo de tempo Δt, sendo extremamente curto, durando todo o processo de colisão. Logo:

$$\boldsymbol{\Delta p_1 = -\Delta p_2 \rightarrow \frac{\Delta p_1}{\Delta t} = -\frac{\Delta p_2}{\Delta t}}$$

(Eq.25)

Sendo Δt é muito pequeno, podemos deduzir que, durante o processo de colisão:

$$\boldsymbol{\frac{dp_1}{dt} = -\frac{dp_2}{dt}}$$

(Eq. 26)

Sendo que a equação também pode ser escrita da seguinte forma:

$$\boldsymbol{\frac{dp_1}{dt} + \frac{dp_2}{dt} = 0 \rightarrow \frac{d}{dt}(p_1 + p_2) = 0}$$

(Eq. 27)

De modo que, o momento total antes da colisão é definido como **P= p$_1$ + p$_2$**, a equação acima corresponde à:

$$\boldsymbol{\frac{dP}{dt} = 0}$$

(Eq.28)

Satisfaz-se o momento total **P** antes da colisão, não dependendo do tempo, ou, se **P** for uma constante. Pelo princípio da conservação do momento, **P′= P**, e, portanto, o momento depois da colisão, **P′**, será também uma constante. Logo, este resultado significa que o momento total do sistema se conserva a cada instante, inclusive durante o processo de colisão.

Em consequência, coloca-se de outra forma as variações dos momentos das partículas, usando a formulação da 2ª Lei de Newton em termos do momento linear.

A taxa de variação temporal do momento da partícula 1, representa a força sobre a partícula 1(devido a 2) durante a colisão, que dizer, **F** $_1(_2)$. Analogamente, a taxa de variação temporal do momento da partícula 2, representa a força sobre a partícula 2(devida a 1) durante a colisão, **F** $_2(_1)$. Assim, temos a relação:

$$\frac{dp_1}{dt} = -\frac{dp_2}{dt}$$

(Eq. 29)

Correspondente a:

$$F_{1(2)} = -F_{2(1)}$$

(Eq. 30)

Quando uma partícula 1 aplica uma força sobre uma partícula 2, essa reage e aplica uma força de mesma intensidade direção e sentido sobre o corpo 1.

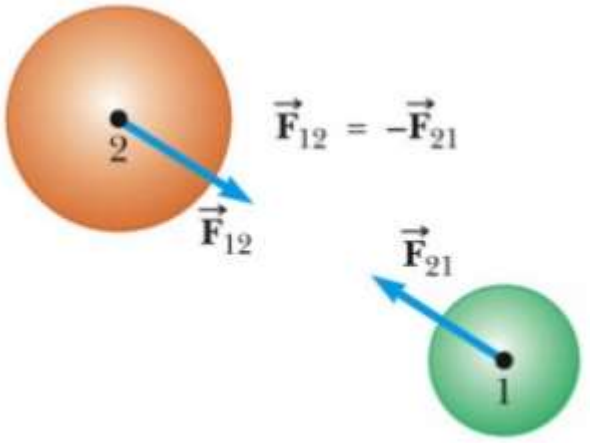


Figura 18 - Ação e Reação. Fonte. https://propg.ufabc.edu.br/mnpef-sites/

Interações de contato numa colisão entre duas partículas, será considerado um caso particular da Terceira Lei de Newton, :

> *"A toda ação corresponde uma reação igual e contrária, ou seja, as ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas em sentidos opostos".*

De forma concisa a Terceira Lei de Newton pode ser expressa como: a cada ação corresponde uma reação de mesmo módulo, mesma direção e sentido oposto. sendo a ação e reação aplicadas em corpos diferentes.

Um referencial inercial será uma partícula livre que está em repouso ou em MRU e, um referencial não inercial será uma partícula livre que não está em repouso sequer em MRU.

Não havendo uma terceira alternativa, um referencial só poderá ser inercial ou não inercial. Sendo que a primeira lei de Newton define a categoria dos referenciais

inerciais afirmando que, qualquer partícula livre do Universo só pode estar em repouso ou em MRU em referenciais inerciais.

Em qualquer fenômeno, aplica-se um referencial inercial para descrevê-lo, as forças que participam desse fenômeno atuando nos corpos são associadas a uma das quatro interações fundamentais sendo elas: gravitacional, eletromagnética, nuclear forte e nuclear fraca. Usando um referencial não inercial para descrever um fenômeno, utiliza-se a segunda lei de Newton e paga-se um preço: incluir as chamadas forças inerciais ou fictícias, tal como a força centrífuga e a força de Coriollis (força que surge como consequência de observarmos os movimentos do ar num sistema de coordenadas não inercial, isto é, um sistema de coordenadas fixo sobre a superfície, que gira com ela). Forças essas não associadas a qualquer uma das quatro interações fundamentais.

4. METODOLOGIA DA PESQUISA.

Nesta sequência, a metodologia apresentada tem como principais aspectos, suas características e procedimentos para elaboração e aplicação do produto.

4.1. VISÃO GERAL.

Analisando o estudo de forças busca-se melhores formas e métodos para que o ensino seja proveitoso ao aluno. O aplicativo Autodesk, AutoCAD, é uma ferramenta muito utilizada em Projetos de Engenharia, nesse sentido implementá-lo como ferramenta em Ensino de Física é um desafio, tendo em vista o grau de dificuldade que os professores de Física enfrentam em seu cotidiano escolar, para repassar os conteúdos, principalmente relacionados com Estudo de Forças, onde o aluno muitas vezes não consegue enxergar os planos analisados.

Primeiramente, o conteúdo sobre vetores e Leis de Newton abordado de maneira teórica aos discentes para que houvesse uma base para realização das atividades com o Aplicativo. Forças em um plano inclinado seria a base principal para a demonstração do projeto, para uma melhor visualização do aluno e, uma melhor análise de compreensão referente ao que se propõe:

Alguns dos principais aspectos do trabalho foram: Abordagem do conteúdo sobre Estudo de forças; Análise e cálculos inicialmente sobre planos horizontal e inclinado; Demonstração de como funciona a ferramenta e sua importância no cotidiano da Engenharia e como se pode também demonstrar o uso didático para visualização desse plano em Física. Apresentação dos resultados através de relatos de experiência, comparações com o processo didático de Ensino regular, vídeo de apoio ao professor.

Como composição principal de aplicação da Proposta, dividiu-se em duas seções, subdivididas em 2 aulas cada, aplicadas como implementação do Projeto:

- SEÇÃO I: Conceitos iniciais sobre vetores e Dinâmica;
- SEÇÃO II: Aplicando as ferramentas CAE/CAD E Inventor (Versão Estudantil).

4.2. CONTEXTUALIZAÇÃO:

Inicialmente, o produto educacional foi aplicado em uma Escola Estadual localizada na Zona Sul da Cidade de Manaus-Am, em uma turma que será aqui indicada como Turma A, da primeira série do Ensino Médio, turno vespertino, com um total de 30 estudantes frequentes. A Escola possui três turnos, matutino, vespertino e noturno, abrangendo as modalidades de ensino: Ensino Fundamental e Médio.

Possui 10 salas de aula têm acesso a data show, conta ainda com um laboratório de informática, uma biblioteca, um auditório. Para o presente projeto, a turma foi escolhida por ser a única da primeira série do ensino médio, no turno vespertino, turno esse escolhido para aplicação do produto.

Dessa forma, houve uma abordagem conceitual sobre e Leis de Newton, sendo a primeira de forma concisa, com ênfase nas três Leis.

Portanto, como o assunto se refere ao uso de ferramentas, buscou-se a melhor abordagem para o incentivo a busca do interesse por parte da maioria de alunos possíveis.

4.3. APLICAÇÃO DO PRODUTO COM BASE NA METODOLOGIA APRESENTADA.

As atividades realizadas durante a aplicação do produto foram norteadas pela teoria de Vygotsky, para a elaboração de um material de auxílio nas aulas de Física. Nesse intuito, a atividade foi dividida em 4 aulas, divididas em 50 min cada.

Os slides, questionários, simuladores, arquivos e imagens de cada encontro encontra-se no corpo do produto educacional, e o vídeo de domínio público, utilizado como apoio na atividade, está disponível para consulta e ou utilização no website do Engenheiro Elétrico e criador do canal “Ciência todo o dia” Pedro Loss: https://www.youtube.com/watch?v=B2u8FYE9fWk.

Para cada seção, foi construída uma sequência do que seria abordado em sala com intuito de manter um registro das atividades diversas. O professor pesquisador analisou a participação dos discentes de maneira que pudesse verificar de que forma a implantação das ferramentas ajudaria a melhorar na aprendizagem.

A aplicação do produto se deu em uma sala de aula com 30 estudantes, sendo a turma escolhida, nomeada aqui de Turma A.

Na seção 01: Introdução a conceitos iniciais sobre vetores e Leis de Newton; a primeira aula teve como principal característica a verificação conceitual da turma, e como objetivo verificar os conceitos prévios dos alunos sobre estudo de forças, além da capacidade de organizar pensamento para formulação de um conceito físico, debatendo a história e introduzir exemplos conceituais. A segunda aula teve como abordagem o conceito de vetores, como o objetivo de assimilar os conceitos vetoriais e sua finalidade no estudo de forças.

Na seção 02: Aplicando as ferramentas CAE/CAD e Inventor (Versão Estudantil), a terceira aula teve como foco principal levar ao conhecimento do aluno, ferramentas de suma importância nas diversas áreas da Engenharia e na Arquitetura. Mostrando que são acessíveis e instigando o discente a despertar sua vontade de aprender e compreender a importância do que se está sendo abordado. Início da Demonstração da ferramenta com exemplo no CAE/CAD, para introdução de abordagem. A quarta aula foi direcionada ao comparativo de utilização do instrumento de auxílio no Ensino didático e comparações práticas. O objetivo principal da aula teve como foco a comparação feita pelos alunos através de discussões, e, dos resultados apresentados manualmente e simuladamente.

4.4. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES REALIZADAS EM REGIME PRESENCIAL

O projeto foi iniciado em ensino presencial antes da pandemia. Sendo comunicado à direção da Escola na pessoa da Pedagoga, após aprovado a implementação foi comunicado a Gestão da Escola que deu aval para início das aulas. O turno no qual foi aplicado o projeto possui apenas uma turma de primeira série sendo aqui descrita como turma A.

Conversei com a turma da primeira série sobre o projeto, explicando todos os procedimentos e a importância no aprendizado, a maioria dos discentes se mostraram interessados, pois quando se fala em áreas importantes como engenharia se abre um leque de curiosidades por parte desses jovens, não houve nenhum impasse por parte dos alunos para a aplicação do produto, todos concordaram.

A escola possui um termo que é assinado pelos pais autorizando a publicação de seus filhos em quaisquer atividade ou projeto realizado na escola, porém, preservarei o anonimato dos alunos participantes, ressaltando que nenhum aluno pediu para ser retirado da aplicação do produto, devido a atividade realizada constar também como nota para a classe, fato esse que motivou todos a participarem.

Ressalta-se que, o professor pode utilizar as atividades descritas em regime híbrido, com a ajuda de plataformas de ensino, como google meet, adaptando as aulas de uma maneira cooperativa, ainda como mediador em aulas on-line com a turma, para que se obtenha bons resultados em sua aplicação.

No quadro abaixo descreve-se os procedimentos utilizados nesta dissertação:

Descrição das Atividades em Ensino presencial.	**Período de Realização**	**Conteúdo Físico**
Aula teórica e exercício de Verificação sobre os conceitos prévios de vetores e estudo de forças, capacidade de organização de formular um conceito físico, debater a história e fazer a introdução de exemplos conceituais.	1 aula/ 50min	- Vetores; - Estudo de forças.
Aula expositiva; exemplificando as Leis de Newton, com apresentação de um vídeo ilustrativo conceituando as três Leis de forma didática.	1 aula/ 50min	- Leis de Newton.
Atividade em laboratório ou sala de aula. Introdução a ferramenta CAE/CAD e Inventor na versão estudantil, mostrando exemplo de simulação em 2D no AutoCad e em 3D no INVENTOR, já implementando exemplos de como a ferramenta funciona na simulação do conteúdo como forma estímulo ao aprendizado, suas aplicações nas áreas afins. Aplicando exemplos de física como prática em sala.	1 aula/ 50min	- Vetores - Leis de Newton.

Avaliação por parte dos discentes do que as ferramentas trouxeram de melhor para a assimilação do conhecimento, entendimento dos fenômenos e do conteúdo de física abordado, através de discussões, e, ou questionário como demonstração dos resultados apresentados manualmente e simuladamente.	1 aula/ 50min	- Vetores; - Leis de Newton.

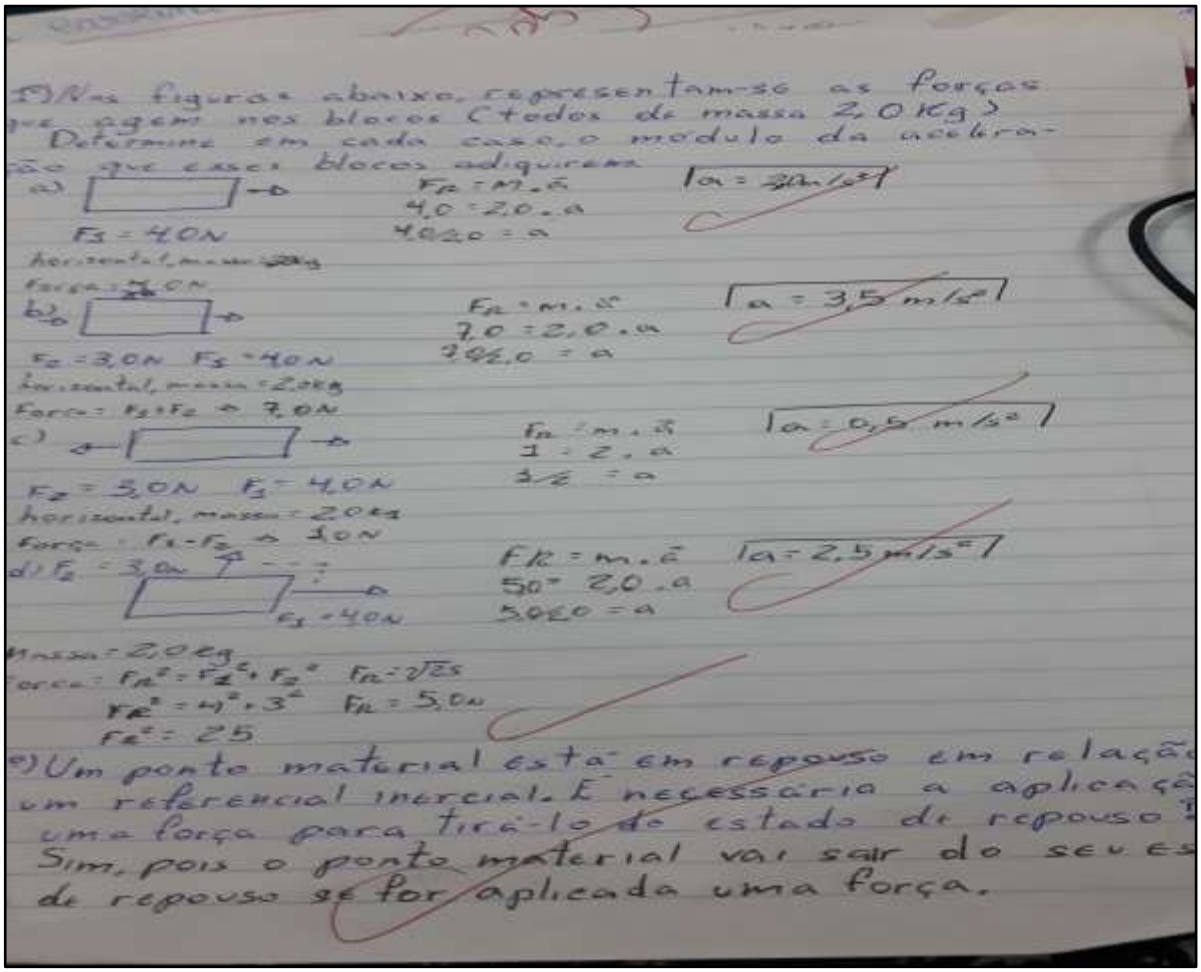
Quadro 1 - Descrição das atividades realizadas em Ensino presencial.

Aula 01-. Aula teórica e Verificação da turma.

Como início das atividades antes da chegada da pandemia, os estudantes foram informados de que participariam de um projeto de mestrado com foco em demonstração de ferramentas utilizadas na Engenharia e Arquitetura, projeto esse como pré-requisito para a obtenção do título de Mestre do Programa Nacional de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, MNPEF-IFAM/UFAM, tendo como Título: “Aplicação de ferramentas CAE/CAD e IVENTOR (versão estudantil) como demonstração didática no ensino da aplicação das forças nos Planos horizontal e Inclinado para a primeira série do Ensino Médio”, projeto esse que ajudaria o discente, na melhor visualização dos planos em 2D e 3D, além de entender melhor, as aplicações de forças no cotidiano.

Em seguida, se deu a aplicação da sondagem inicial com questões sobre conceitos relacionados a vetores e suas representações, sendo posteriormente feito um exercício como atividade de verificação e nível de entendimento do assunto abordado. Inicialmente, a atividade proposta motivou o interesse nos alunos, pois seria um assunto interessante e que não era de conhecimento da maioria dos discentes, ressaltando que a professora atribuiu uma nota no exercício realizado em sala, na sondagem da turma participaram cerca de 25 alunos. A aula teve duração de 50 minutos.

Figura 19 - Atividade de sondagem da turma. FONTE: O Autor.



1) Nas figuras abaixo, representam-se as forças que agem nos blocos (todos de massa 2,0 kg). Determine em cada caso, o modulo da aceleração que esses blocos adquirem.

a) $F_R = m \cdot \vec{a}$ $\quad$ $a = 2,0\ m/s^2$

$F_1 = 4,0N$ $\quad$ $4,0 = 2,0 \cdot a$

horizontal, massa = 2kg $\quad$ $4,0/2,0 = a$

Força = 4,0N

b) $F_R = m \cdot \vec{a}$ $\quad$ $a = 3,5\ m/s^2$

$F_2 = 3,0N$ $\quad$ $F_1 = 4,0N$ $\quad$ $7,0 = 2,0 \cdot a$

horizontal, massa = 2kg $\quad$ $7,0/2,0 = a$

Força = $F_1 + F_2$ = 7,0N

c) $F_R = m \cdot \vec{a}$ $\quad$ $a = 0,5\ m/s^2$

$F_2 = 3,0N$ $\quad$ $F_1 = 4,0N$ $\quad$ $1 = 2 \cdot a$

horizontal, massa = 2kg $\quad$ $1/2 = a$

Força = $F_1 - F_2$ = 1,0N

d) $F_2 = 3,0N$ $\quad$ $F_R = m \cdot \vec{a}$ $\quad$ $a = 2,5\ m/s^2$

$F_1 = 4,0N$ $\quad$ $5,0 = 2,0 \cdot a$

$5,0/2,0 = a$

Massa = 2,0 kg

Força: $F_R^2 = F_1^2 + F_2^2$ $\quad$ $F_R = \sqrt{25}$

$F_R^2 = 4^2 + 3^2$ $\quad$ $F_R = 5,0N$

$F_R^2 = 25$

e) Um ponto material está em repouso em relação um referencial inercial. É necessária a aplicação uma força para tirá-lo do estado de repouso? Sim, pois o ponto material vai sair do seu es de repouso se for aplicada uma força.

Figura 20 - Exercício de sondagem sobre vetores e Leis de Newton. Fonte: O autor.

Aula 02- INTRODUÇÃO AO CONCEITO DE DINÂMICA.

Na segunda aula, foram explanadas de forma resumida as três leis de Newton, abordando o princípio da Inércia e, Princípio fundamenta da Dinâmica ou Segunda Lei de Newton, mostrando exemplos da aplicação da força resultante em um plano horizontal, na sequência abordando o princípio da ação e reação mostrando exemplo da ação de forças que agem com mesma intensidade, mesma direção e sentidos opostos. a sensação de tropeço foi citada como exemplo para ilustrar.

Outros exemplos foram utilizados sobre aplicação das Leis de Newton, todos abordados de forma teórica, com ênfase na segunda Lei, pois teriam que calcular a soma vetorial, sendo mostrado pela professora no quadro branco algumas figuras representativas da atuação dessa força, os exemplos utilizados foram retirados do Livro Os Fundamentos da Física, Volume 1, Cap.11. apesar do livro em destaque não ser utilizado em escolas públicas de ensino apenas em escolas Militares e militarizadas.

Figura 21 - Os fundamentos da Física, Volume 1; RAMALHO; NICOLAU; TOLEDO. Fonte: O autor.

Os alunos começaram a perceber a importância da aplicação de forças no cotidiano, e na sequencia foram abordadas a força peso pela segunda Lei de Newton,

citando exemplo de um astronauta na lua, destacando a gravidade diferente da terra, a força normal como força de contato nas superfícies de dois mais corpos “encostados” e finalmente a força de tração aplicadas em cordas ou cabos ,citando como exemplo um carro sendo “guinchado” e pra finalizar a aula tivemos um vídeo abordando as Leis de newton.

Aula 03- ATIVIDADE EM SALA DE AULA.:INTRODUÇÃO A FERRAMENTA CAE/CAD (VERSÃO ESTUDANTIL).

A terceira aula foi implementada em sala de aula, a sala possuía data show possibilitando a demonstração da ferramenta, foram mostrados aos discentes, dois exemplos de aplicação e simulação os dois desenhados pela professora em 2D, no Autodesk AutoCad e depois simulados em 3D no Autodesk inventor os exemplos e exercícios foram baseados no livro: Os fundamentos da Física, Volume 1; RAMALHO; NICOLAU; TOLEDO.

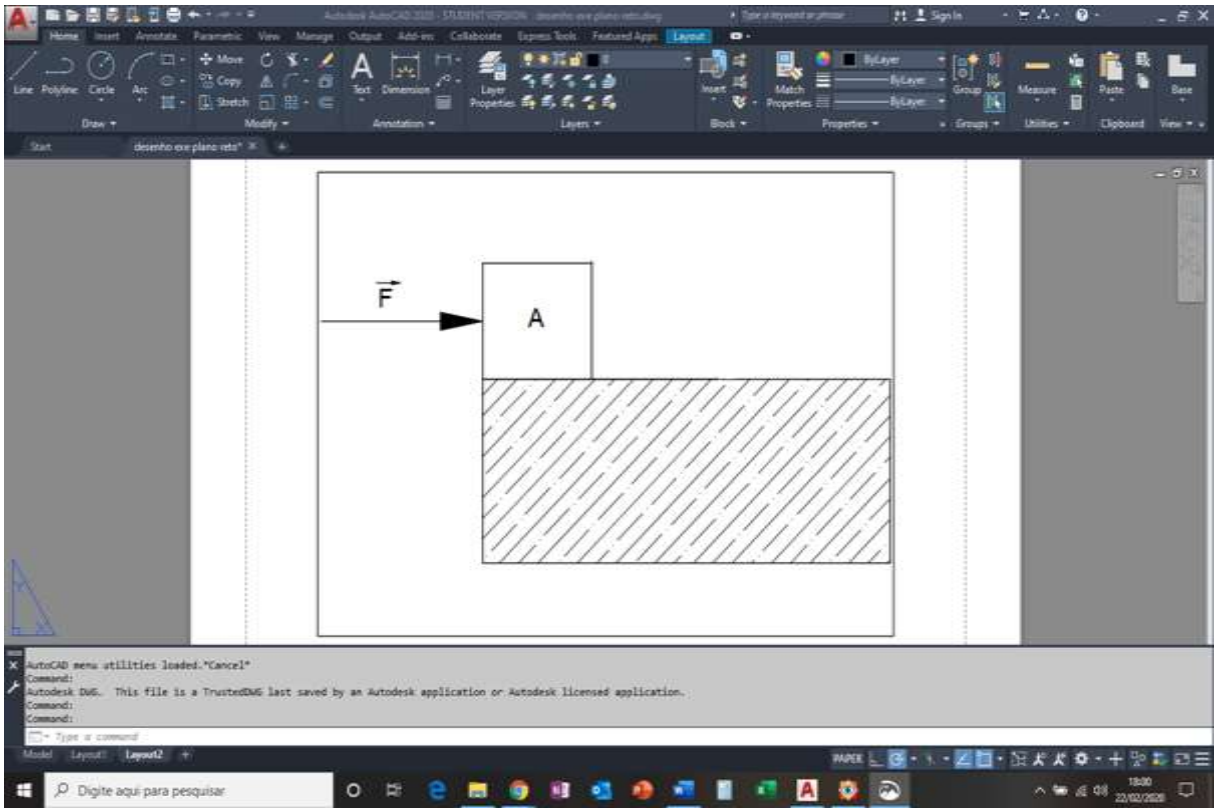


Figura 22 - Interface do software AutoCad com o exemplo de uma atividade sobre aplicação de força no Plano horizontal. Fonte: O Próprio Autor.

No exemplo acima deve-se calcular o módulo da força resultante F que compete ao corpo de massa 5,0kg, a aceleração de 2,0m/s^2

Usando a Segunda lei de Newton, pôde-se obter a seguinte resposta:

Sendo a massa m=5,0kg, em módulo, a força resultante F_R será:

$F_R = m.\ a$

$F_R = 5{,}0\ .2{,}0 = 10\ N$

Assim, a força resultante será 10 N.

Em seguida, foi mostrado aos alunos um segundo exemplo de Plano inclinado:

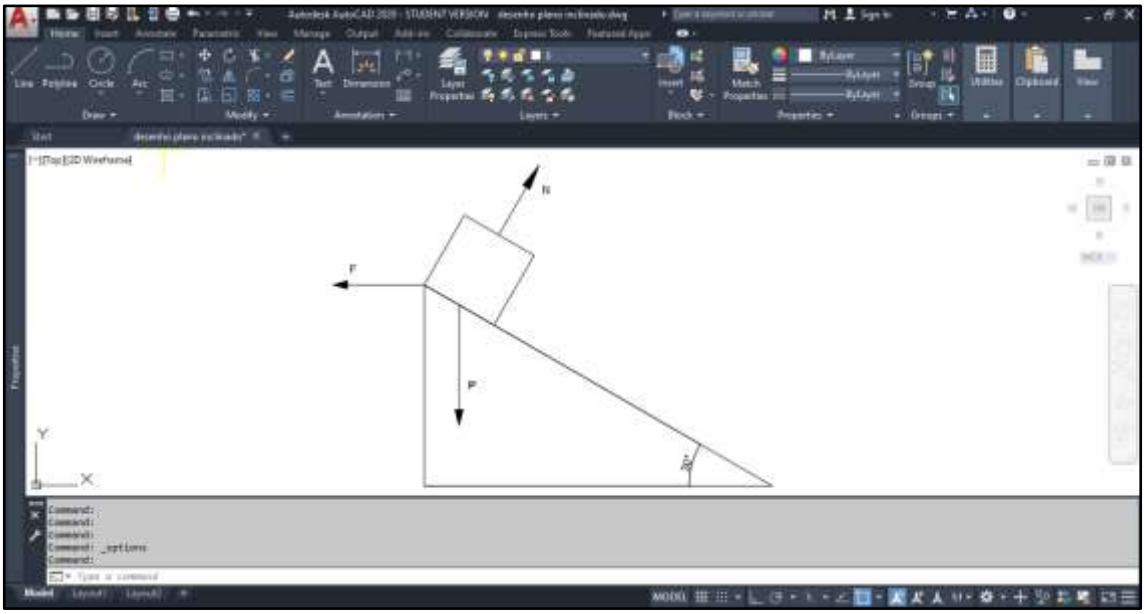


Figura 23- Interface do software AutoCad com o exemplo de uma atividade sobre aplicação de força em um plano inclinado. Fonte: O Próprio Autor.

A professora mostrou aos discentes a interface do plano inclinado na ferramenta AutoCad, enfatizando que a montagem nessa ferramenta se dá em dois eixos, chamado 2D ou duas dimensões.

Figura 24- Professora Mostrando aos discentes a Interface do software AutoCad com o exemplo de uma atividade sobre aplicação de força em um plano inclinado. Através do Datashow. Fonte: O próprio Autor.

Na sequência a professora instiga os alunos com uma pergunta: quanto seria a força necessária para que o bloco no Plano inclinado não deslizasse. Sem a presença de atrito e com alguns valores destacados. Observação: Aconselha-se que ao questionar os alunos, a instigação seja de maneira clara fazendo a abordagem e o cálculo com coerência e clareza para uma boa absorção do fenômeno ocorrido através da demonstração nas ferramentas abordadas.

Na sequência a professora mostrou o cálculo a ser feito para que o bloco permaneça em equilíbrio no plano sendo que esse é um exemplo bem improvável, mais que serve como melhor visualização por parte dos alunos, o professor pode utilizar mecanismos de maneira que se calcule outras variáveis, mais vai ficar a seu critério, no caso utilizado a professora calculou o peso ,com o valor da massa de 500g,fazendo com que o aluno converta o valor para 0,5Kg,além da gravidade com valor de $10m/s^2$ e a força de equilíbrio para que o bloco não deslizasse:

Para calcular F_x os valores adicionados são o Peso=5 N e o seno de 30^0 e Logo se chegou à conclusão de que, para o bloco ficar em equilíbrio no plano inclinado, a força externa Fx seria 2,5N, sendo mostrado na simulação aos alunos, através da ferramenta Inventor. Lembrando que esse exemplo seria improvável, mais na simulação a visualização ficou mais clara na visão dos alunos, o professor pode optar por apenas fazer o cálculo de deslizamento do bloco, isso fica a critério do professor.

Com a resolução dos calculos, a professora finalizou a abordagem mostrando a simulação no Inventor.

Alguns erros foram observados pela professora. Logo, aconselha-se ao Docente cuidado na elaboração de atividades, nem sempre fazendo o aluno tentar dar a resposta antes para não gerar dúvidas, sempre buscando meios de resolução mais clara e exercícios de melhor compreensão sobre o tema.

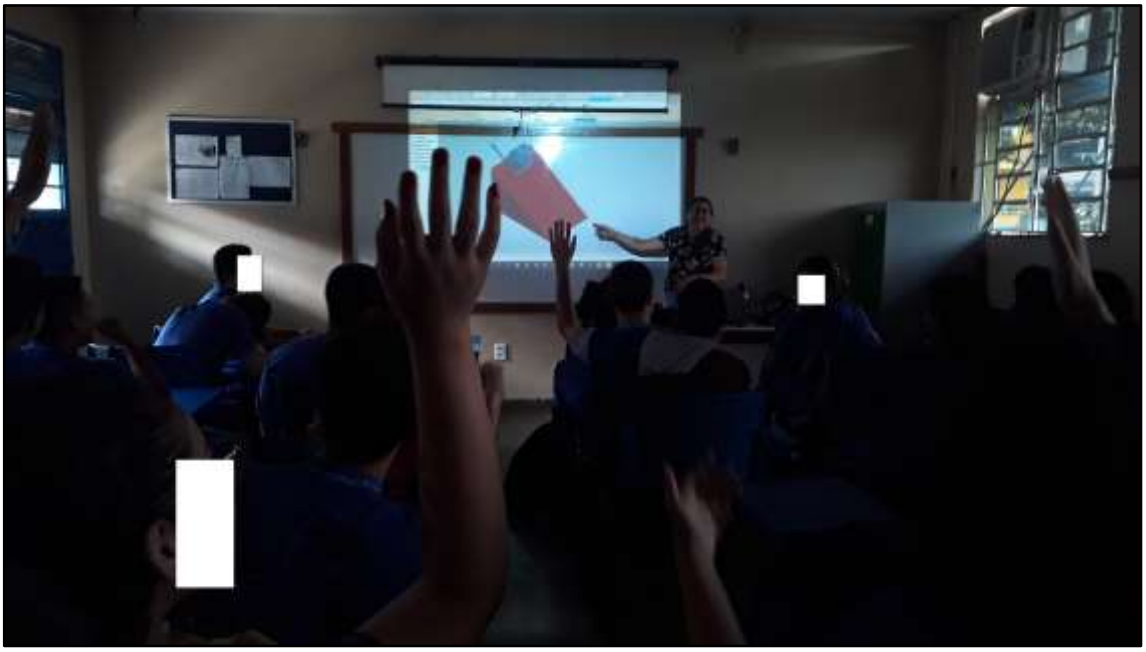
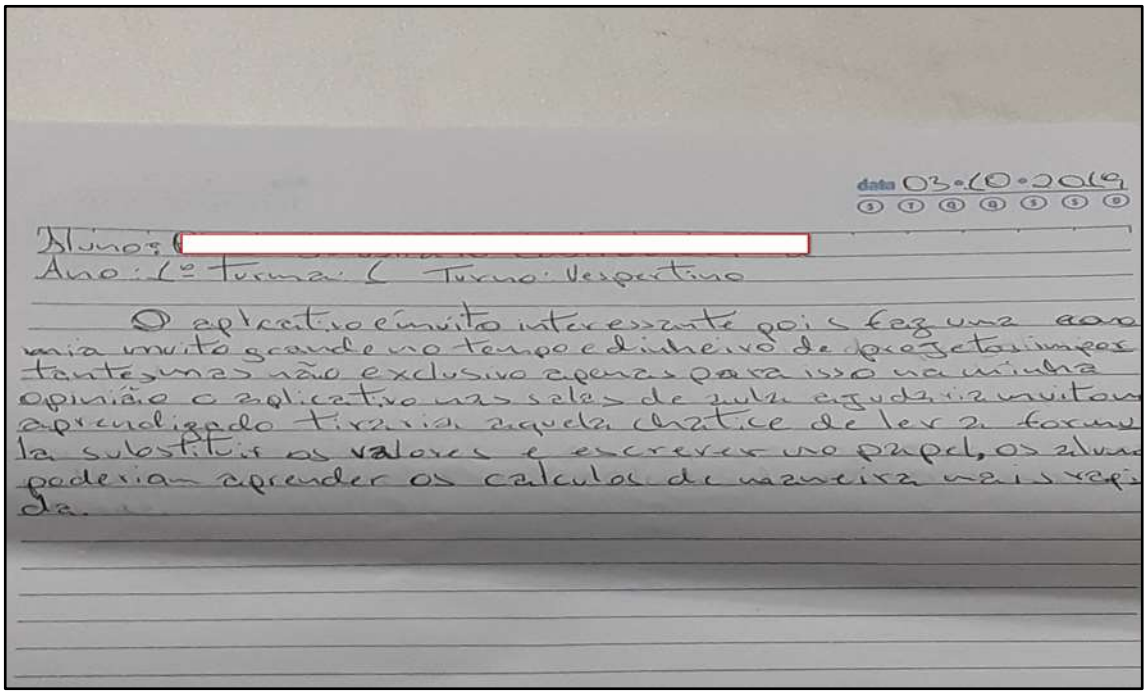


Figura 25 - Simulação do Inventor em 3D para o exemplo no Plano Inclinado. Figura Ilustrativa. fonte. O Autor.

Como finalização das atividades, A professora pediu que os alunos colocassem no papel a pergunta que serviu como base para o projeto: Qual seria na opinião deles, a aplicação e importância das ferramentas no Ensino do conteúdo e o que eles acharam de diferenciado nessa ferramenta com relação ao ensino tradicional.



data 03.10.2019

Aluno: [redacted]

Ano: 1º Turma: C Turno: Vespertino

O aplicativo é muito interessante pois faz uma economia muito grande no tempo e dinheiro de projetos importantes mas não exclusivo apenas para isso na minha opinião o aplicativo nas salas de sala ajudaria muito o aprendizado tirando aquela chatice de ler a formula substituir os valores e escrever no papel, os alunos poderiam aprender os calculos de maneira mais rapida.

Figura 26 - Ilustrativa. fonte. O Autor.

Inicialmente, o foco desta dissertação era apenas demonstrar as ferramentas ao aluno através de exemplos, mas, devido a pandemia do COVID19 que se alastrou no mundo e chegou a esta cidade, foram suspensas as aulas presenciais impossibilitando que o produto fosse concluído, havendo assim a necessidade de produzir algo que suprisse o produto original. Surgindo assim a idéia da produção de um material que complementasse o que já havia sido implementado e não concluído.

Para o desenvolvimento do material de apoio mostrado no Apêndice B, o assunto continua sendo Vetores e Leis de Newton, onde se utilizará os exemplos abordados na produção original.

Em sua estrutura, o material contará com Apresentação, Sumário,Introdução, exercícios propostos e Referências Bibliográficas.

5. ANÁLISE DE DADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS.

Inicialmente, o Projeto foi executado em 4 aulas presenciais, dividindo-se em duas seções. Tendo aplicação em uma turma de 30 alunos, logo após o início da primeira aula, houve desmembramento da turma por ordens da Secretaria de Educação do Estado, fazendo também com que a professora fosse retirada da Escola, não dando a oportunidade de coleta de dados. Já deslocada para outra Escola, a professora então conseguiu aplicar em uma turma da Primeira série, aqui citada com “Turma A”, onde houve a possibilidade de coletar alguns dados necessários para o projeto, No Anexo I, consta a aplicação do Produto em regime presencial. O anexo II foi criado para aplicação se houver necessidade em regime híbrido.

As aulas aconteceram em sequência, sendo a primeira aula conceitual, com relação aos conteúdos de Vetores e Leis de Newton. À professora abordou no quadro branco os conceitos mostrando alguns exemplos de aplicação de vetores e iniciando os conceitos básicos dos assuntos abordados. À professora já instigava os alunos de como seria as representações dessas setas vetoriais em um programa voltado para Engenharia, fazendo com que os alunos ficassem mais curiosos a conhecer a ferramenta.

Na segunda aula a professora usou um exercício de abordagem para verificar o nível de entendimento do assunto pela parte dos alunos, expositiva e exemplificando, como forma de buscar o interesse dos alunos para a atividade a ser aplicada. O exercício foi bem recebido por parte dos alunos, que responderam todas as questões sem questionamentos, pois foram direcionados pela professora a utilizarem as Leis de Newton como referência em suas respostas, que é o conceito central da proposta de Vygotsky o da motivação.

A terceira aula foi designada para a demonstração dos exemplos no plano horizontal e vertical, sendo demonstrado dois exemplos dos respectivos temas. Começando com a correção dos exemplos apresentados, sendo detectada algumas falhas em sua execução, que não puderam ser corrigidas antes da pandemia. Na sequência demonstrou-se os exemplos em 2D na ferramenta AutoCad, e percebeu-se que os alunos já estavam atentos ao que está sendo apresentado. E por fim, apresentou-se a simulação em 3D na ferramenta Autodesk Inventor aos discentes. Os alunos mostraram interesse na atividade e começaram a perceber que a Física

realmente é importante no cotidiano, frisando que se trata de alunos que saíram do ensino fundamental e estão descobrindo a disciplina de uma maneira diferente.

A análise dos resultados foi obtida através de observações e exercício de sondagem, ao final os alunos responderam uma pergunta referente a aplicação mostrada e a importância dessas ferramentas no Ensino do conteúdo.

Assim, as correções que seriam feitas em uma nova aplicação presencial, não puderam ser concluídas devido ao surgimento da pandemia de covid19, sendo implementado o distanciamento social, seguido pelo regime de lockdown, onde toda a população foi notificada por decreto a ficar em casa, ocasionando a suspensão das aulas presenciais.

Por esse motivo, buscou-se como forma de embasar o produto a Análise técnica por parte de Professores atuantes na área de Física (tópico 5.1), além de um material de apoio idealizado e elaborado como produto, como consta no Apêndice B, para auxiliar o professor que desejar implementar o produto em regime híbrido como maior facilidade, e com as instruções necessárias para um bom ensino e melhor aprendizado sobre o conteúdo abordado.

5.1. ANÁLISE DO PRODUTO EDUCACIONAL

5.5.1. Parecer Prof. Dr Yonny Romaguera Barcelay.

O Avaliador, que está realizando a análise e arguindo, é pesquisador e professor do Programa de Pós-Graduação em Física (PPGFIS) da UFAM, professor PS na SEDUC – AM e colaborador de Instituto de Física dos Materiais da Universidade do Porto

O trabalho intitulado **“Aplicação de Ferramentas CAE/CAD e Inventor Versão Estudantil como Demonstração Didática no Ensino da Aplicação das Forças nos Planos Horizontal e Vertical para a Primeira Série do Ensino Médio”** chama a atenção de uma metodologia inovadora e ativa, que traz à tona a modelagem gráfica das Leis de Newton, pertinente com a literatura científica. Seguindo a ideia, o trabalho está bem fundamentado e bem escrito, seguindo uma estrutura lógica e formal no que diz respeito à ABNT e a literatura da Ciência Física.

Alguns pontos importantes são a forma como o trabalho foi articulado junto com a metodologia e o método sugerido, pouco visto na literatura pertinente. O trabalho trouxe um aspecto muito essencial que é a visualização dos conceitos

apresentados na dissertação, chamada parte prática da Física. Desse modo, o assunto trabalhado que são as Leis de Newton, especificamente a atuação das forças nos planos horizontal e vertical deixa bem esclarecido essas forças apresentadas pela ferramenta CAE/CAD, uma vez que ela torna essa demonstração didática e evidente.

Outro ponto importante é o tutorial que o produto educacional ensina, de forma didática e lúdica. O produto explica passo a passo de como reproduzir o trabalho em sala de aula e como aplicar essas ferramentas no ensino das Forças nos planos horizontal e vertical.

Sendo assim, o trabalho está considerado de ótima qualidade e bem explicado, conseguindo ser de fato um produto e servir de base para que os professos do Ensino Médio consigam reproduzir e ensinar seus alunos de maneira didática e inovando o processo de ensino com recursos utilizados em outras áreas do conhecimento.

5.5.2. Parecer Prof. Msc Lucas Linhares Marinho.

O Avaliador, que está realizando a análise e arguindo, é egresso do Programa MNPEF e servidor público do Estado, ativo na SEDUC – AM.

O trabalho intitulado "**Aplicação de Ferramentas CAE/CAD e Inventor Versão Estudantil como Demonstração Didática no Ensino da Aplicação das Forças nos Planos Horizontal e Vertical para a Primeira Série do Ensino Médio"** chama a atenção de uma metodologia inovadora e ativa, que traz à tona a modelagem gráfica das Leis de Newton, pertinente com a literatura científica. Seguindo a ideia, o trabalho está bem fundamentado e bem escrito, seguindo uma estrutura lógica e formal no que diz respeito à ABNT e a literatura da Ciência Física.

Alguns pontos importantes são a forma como o trabalho foi articulado junto com a metodologia e o método sugerido, pouco visto na literatura pertinente. O trabalho trouxe um aspecto muito essencial que é a visualização dos conceitos apresentados na dissertação, chamada parte prática da Física. Desse modo, o assunto trabalhado que são as Leis de Newton, especificamente a atuação das forças nos planos horizontal e vertical deixa bem esclarecido essas forças apresentadas pela ferramenta CAE/CAD, uma vez que ela torna essa demonstração didática e evidente.

Outro ponto importante é o tutorial que o produto educacional ensina, de forma didática e lúdica. O produto explica passo a passo de como reproduzir o trabalho em

sala de aula e como aplicar essas ferramentas no ensino das Forças nos planos horizontal e vertical.

Sendo assim, o trabalho está considerado de ótima qualidade e bem explicado, conseguindo ser de fato um produto e servir de base para que os professos do Ensino Médio consigam reproduzir e ensinar seus alunos de maneira didática e inovando o processo de ensino com recursos utilizados em outras áreas do conhecimento.

5.5.3. Parecer Profª. Msc Débora Cerdeira.

A Avaliadora, que está realizando a análise, é egressa do Programa MNPEF e servidora pública do Estado, ativa na SEDUC – AM.

O produto educacional intitulado, “Aplicação de Ferramentas CAE/CAD e Inventor Versão Estudantil como Demonstração Didática no Ensino da Aplicação das Forças nos Planos Horizontal e Vertical para a Primeira Série do Ensino Médio” é um suporte para o educador de Física que visa uma aula com recursos didáticos de alta qualidade, no qual permite a familiaridade do educando com a ferramenta abordada. Sendo um trabalho notável por meio de utilização da experiencia virtual por simulação computacional em dimensões 2D e 3D que diversos alunos têm necessidades de compreender numa visão apenas unidimensional o conceito de Dinâmica e suas aplicações.

5.5.4. Parecer Prof. Msc Francisco Júnior.

O Avaliador, que está realizando a análise, é egresso do programa MNPEF e servidor de uma instituição de ensino privado na cidade de Manaus. Aproveito desde já para autorizar a publicação de tal parecer;

A dissertação de mestrado intitulada como “Aplicação de Ferramentas CAE/CAD e Inventor Versão Estudantil como Demonstração Didática no Ensino da Aplicação das Forças nos Planos Horizontal e Vertical para a Primeira Série do Ensino Médio” vem nos trazer uma performance bastante significativa, atual, necessária e corresponde as necessidades do uso da metodologia ativa. O trabalho é bem explicativo quando ao uso das ferramentas computacionais necessárias, ou seja, demonstra os caminhos que um professor deve seguir para alcançar o objetivo que se concentra na demonstração das forças que atuam na horizontal e vertical, porém em uma perspectiva bastante interessante que é a visão tridimensional. Nós enxergamos em

três dimensões, porém possuímos grandes dificuldades de imaginar alguns eventos da física e a força com certeza é uma delas.

O ensino tem passado por algumas remodelagens onde o trabalho atende a este processo, como citado acima, utilizando ferramentas computacionais onde podemos visualizar o lado a lado caminhado com softwares que possibilitam tais visualizações tridimensionais. E ainda mais, voltando o olhar para o produto educacional, é tratado em uma linguagem simplista onde existe a possibilidade de um estudante conseguir construir sozinho, caso ele tenha o material necessário, pois aproveito para explanar que o produto educacional contém muitas imagens e como guia consegue deixar claro o passo a passo que deve ser dado até chegar o objetivo, e além disso podemos ter um norte como ferramenta para explorarmos outros conteúdos de difíceis visualizações para alcançarmos um melhor ensino da física.

Chamamos a atenção para o material utilizado, onde as ferramentas exigem tempo para instalação e manuseio do mesmo. Tempo este que no cotidiano de um professor pode ser bastante escasso, por isso fincamos uma possível dica de deixa-lo mais simplista e mais direto. As várias imagens são necessárias, mas um passo a passo mais simples deveria ser utilizado no lugar de várias imagens.

No mais, aprovo esta proposta de ensino de grande importância para a evolução do ensino da física. Uma vez que temos agora uma opção para trabalhar os conceitos de forças e os tipos de forças através de uma visualização tridimensional alicerçado por seus vetores.

REFERÊNCIAS

Obras citadas ou consultadas.

O conceito de Força. Disponível em http://www.fisica.net/mecanicaclassica/o_conceito-de_forca.pdf pg.1. Acesso em :27 de Jun.2021.

Cálculo Vetorial. Disponível em: http://www.fisica.net/mecanicaclassica/calculo_vetorial.pdf . Acesso em 15 de fev. 2021.

Renato Dias Calado do Amaral. Disponível em: https://docplayer.com.br/97842-A-evolucao-do-cad-e-sua-aplicacao-em-projetos-de-engenharia.html .Acesso em 15 de fev. 2021.

Márcio Ferrari. Lev Vygotsky, o Teórico do ensino como processo social. Disponível em: https://novaescola.org.br/conteudo/382/lev-vygotsky-o-teorico-do-ensino-como-processo-social. Acesso em 15 de Fev.2021.

NUSSENZVEIG, H. Moysés, Curso de Física Básica. .10ª edição.pdf

RAMALHO JUNIOR, Francisco; FERRARO, Nicolau; TOLEDO, Paulo Antônio. Os Fundamentos da Física I. São Paulo: 2009. cap.11, p.194-212.

VIII ESCOLA DE VERÃO EM EDUCAÇÃO QUÍMICA. Ensino Experimental: Contribuições para uma Aprendizagem Significativa. Disponível em :https://escolaveraoeducacaoquimica.files.wordpress.com/2012/06/viii-evequim-anais-e-resumos.pdf . Acesso em 22 de fev. 2021.

A Evolução do CAD e sua Aplicação em Projetos de Engenharia Renato Dias Calado do Amaral1; Armando Carlos de Pina Filho21 UFRJ, Escola Politécnica, Departamento de Engenharia Mecânica. p.8.

RAMALHO JUNIOR, Francisco; FERRARO, Nicolau; TOLEDO, Paulo Antônio. Os Fundamentos da Física I. São Paulo: 2009. cap.11, p.194-212.

ZANON, Lenir B., SILVA, Lenice H. A experimentação no ensino de Ciências. In: SCHNETZLER, Roseli P., ARAGÃO, Rosália M. R. Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens. Campinas: Vieira Gráfica e Editora Ltda., 2000.p. 182.

Ostermann, Fernanda Teorias de Aprendizagem / Fernanda Ostermann e Cláudio José de Holanda Cavalcanti. - Porto Alegre: Evangraf; UFRGS, 2011. cap.5, p.41-43.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares

Nacionais + Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos

Parâmetros Curriculares Nacionais - ciências da natureza, matemática e suas

tecnologias. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002, p.144.

MARCONI ROCHA.A INFLUÊNCIA DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL NA APRENDIZAGEM POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA DE SOLUÇÕES QUÍMICAS PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO. Disponível em: https://repositorio.ufes.br/jspui/bitstream/10/10832/1/tese_12721_92-Marconi%20Rocha.pdf .Acesso em 22 de fev.2021.

ORIENTAÇÕES CURRICULARES PARA O ENSINO MÉDIO. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias/Secretaria de Educação Básica. – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006. 135 p. (Orientações curriculares para o ensino médio; volume 2. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf . Acesso em 22.fev.2021.

Alice Assis. DINÂMICA DISCURSIVA E O ENSINO DE FÍSICA: ANÁLISE DE UM EPISÓDIO DE ENSINO ENVOLVENDO O USO DE UM TEXTO ALTERNATIVO. 2007.Disponívem em: http://www.scielo.br/pdf/epec/v9n2/1983-2117-epec-9-02-00205.pdf .Acesso em 05 de maio. 2021.

Monografias. Teoria da aprendizagem. Disponível em:

http://www.fisica.net/monografias/Teorias_de_Aprendizagem.pdf. Acesso em 05 de maio. 2021.

Paul Hewitt. Física Conceitual. 2002.Reimpressão 2008. Disponível em

https://www.fisica.net/ebooks/fisicageral/Fisica-Conceitual-Nona-Conceitual-Paul-Hewitt.pdf .Acesso em 07 de maio.2021.

Plataforma Espaço digital. Disponível em:

https://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV073_MD4_SA16_ID8766_16102017150930.pdf . Acesso em 07 de maio de 2021.

Congresso Nacional da Educação. EDUCERE. PUCPR. Disponível em

http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/16513_7707.pdf .p.4.Acesso em 08 Maio. 2021.

Márcio Ferrari. Lev Vygotsky, o teórico do ensino como processo Social.2008.Disponível em:

https://novaescola.org.br/conteudo/382/lev-vygotsky-o-teorico-do-ensino-como-processo-social .Acesso em 08 de Maio.2021.

Willian Ferreira. Análise Comparativa de três opções de softwares Cad para Desenvolvimento de novos produtos. Resumo. Disponível em: https://www.passeidireto.com/arquivo/35258402/artigo-cientifico . Acesso em 08 de Maio. 2021.

Soma vetorial: Regra do Paralelogramo e Método da Linha Poligonal. Blog Professor Pinguim. Disponível em:

https://professorpinguim.com.br/blog/soma-vetorial-regra-do-paralelogramo-e-metodo-da-linha-poligonal/ .Acesso em 08 de Maio. 2021.

Grupo Acadêmico de Ensino de Física da UFSM. 2020. Disponível em:

https://www.ufsm.br/cursos/graduacao/santa-maria/fisica/2020/02/20/as-leis-de-newton-valem-para-referenciais-nao-inerciais/ . Acesso em 10 de Maio .2021.

Carlos Farina de Souza. Física 1 A - Vol.1_aula 1 a 12. Disponível em: https://canal.cecierj.edu.br/recurso/1472 . Acesso em 13 de Maio.2021.

Rafael Asth. Vetores: soma, subtração e decomposição. Disponível em:

http://mnpef.fis.unb.br/docs/dissertacoes/2-2019/clenilson/Disserta%C3%A7%C3%A3o-Clenilson.pdf

https://www.todamateria.com.br/vetores-fisica-matematica/ Acesso em 13 de Maio.2021.

Profª. Dra. Diana Andrade. Dinâmica de um Sistema de Partículas.FEAU. Disponível em:https://www1.univap.br/spilling/F1/07-Forca_leisNewton.pdf . Acesso em 14 de Maio.2021.

Moysés Nussenzveig Curso de Física Básica vol. 1 Cap.4 Resumo. Disponível em:

https://www.passeidireto.com/arquivo/47449801/moyses-nussenzveig-curso-de-fisica-basica-vol-1-cap-4-resumo .Acesso em 14 de Maio.2021.

Marco Aurélio Alvarenga Monteiro. Abordagem experimental da força de atrito em aulas de Física do Ensino Médio. 2012. Disponível em:

https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29n3p1121 .Acesso em 14 de Maio.2021.

Professor Josias. Construtivismo em Vygotsky.2008. Disponível em:

http://pedagogiadidatica.blogspot.com/2008/11/construtivismo-em-vygotsky.html .Acesso em 14 de Maio.2021.

Autodesk. SOFTWARE DE PROJETO ASSISTIDO POR COMPUTADOR.Projeto de CAD. Disponível em: https://www.autodesk.com.br/solutions/cad-design. Acesso em 14 de Maio.2021.

Rafael Mendonça. História do Auto CAD. Notas de estudo de Engenharia Civil. UFRR. Disponível em:https://www.docsity.com/pt/historia-do-auto-cad-by-rafael-mendonca/4856532/ .Acesso em 09 de Jul. 2021.

Amanda Viegas. 4 motivos para a escola adotar ferramentas tecnológicas de apoio ao ensino.2018.Disponível em: https://www.somospar.com.br/4-motivos-para-a-escola-adotar-ferramentas-tecnologicas-de-apoio-ao-ensino/ .Acesso em 09 de Jul. 2021.

Jefferson Oliveira do Nascimento. O ENSINO DE FÍSICA POR MEIO DO USO DE FERRAMENTAS TECNOLÓGIAS: Um estudo de caso com o PROEJA.2015. Disponível em:https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/1064/1/2015JeffersonOliveiradoNascimento.pdf . Acesso em 09 de Jul.2021.

Leis de Newton. UFABC. Disponível em:https://propg.ufabc.edu.br/mnpef-sites/leis-de-conservacao/leis-de-newton/ . Acesso em 09 de Jul.2021.

http://mnpef.fis.unb.br/docs/dissertacoes/2-2019/clenilson/Disserta%C3%A7%C3%A3o-Clenilson.pdf

Física 1 - Cap 3, Manuais, Projetos, Pesquisas de Física. UFAM. Disponível em:

https://www.docsity.com/pt/fisica-1-cap-3/4804095/ .Acesso em 09 de Jul.2021.

Resnick, Robert. Física 1.4ª. Edição. Disponível em:

https://wp.ufpel.edu.br/vmalves/files/2019/03/Halliday-Vol-1-4%C2%BA-Edi%C3%A7%C3%A3o.pdf .Acesso em 09 de Jul.2021.

Pedro Loos. As 3 Leis de Newton EXPLICADAS. Ciência Todo Dia. Disponível em:

https://www.youtube.com/watch?v=B2u8FYE9fWk .Acesso em 09 de Jul.2021.

ANEXO I – APLICAÇÃO DO PRODUTO (EM ATIVIDADE PRESENCIAL).

SEÇÃO I: INTRODUÇÃO A CONCEITOS INICIAIS SOBRE VETORES E DINÂMICA.

TEMPO PREVISTO: (AULAS DE 50 MIN)

RECURSOS DIDÁTICOS:

- QUADRO BRANCO;
- SALA DE AULA OU LABORATÓRIO COM DATA-SHOW;
- COMPUTADOR PARA APRESENTAÇÃO DOS APLICATIVOS AUTODESK AUTOCAD E INVENTOR (VERSÃO ESTUDANTIL);
- PINCÉIS E LIVROS DIDÁTICOS.

AULA 1: SONDAGEM DA TURMA.

OBJETIVO: VERIFICAR OS CONCEITOS PRÉVIOS DOS ALUNOS SOBRE VETORES e CONCEITO SOBRE ESTUDO DE FORÇAS, CAPACIDADE DE ORGANIZAÇÃO DE PENSAMENTO PARA FORMULAR UM CONCEITO FÍSICO, DEBATER A HISTÓRIA E FAZER A INTRODUÇÃO DE EXEMPLOS CONCEITUAIS.

- PARTE 1 (25 min): O Objetivo principal dessa aula será o conhecimento do aluno com relação aos conteúdos de Vetores e Leis de Newton. O professor iniciará a atividade com a abordagem conceitual, com explicação sobre as Leis, utilizando além do quadro como o modelo tradicional a exemplificação através de exemplos cotidianos e cálculos. Os discentes devem entender os fenômenos iniciais e suas grandezas para que possam criar capacidade de análise e interpretação dos conceitos que serão abordados.
- PARTE 2 (15 MIN): A sondagem dos discentes se dará através de uma análise sobre o entendimento do que foi exposto, através de conceito e exemplos e o que se pode ser compreendido durante a aula conceitual.
- PARTE 3 (10 MIN): Após análises, o professor deve especificar a importância do conteúdo e suas grandezas, fazendo uma breve introdução do que será desenvolvido na atividade da aula seguinte. Exercício complementar do assunto exposto em aula, instigando o interesse da turma sobre o conceito abordado, a coleta de dados sobre a sondagem inicial se dará através do exercício.

AULA 2 :INTRODUÇÃO AO CONCEITO DE DINÂMICA.

OBJETIVO: APRESENTAR E ENUNCIAR OS PRINCÍPIOS DA DINÂMICA.

- PARTE 1 (50 MIN): Apresentar os conceitos das Leis de Newton através de aula expositiva e exemplificando, como forma de buscar o interesse dos alunos para a atividade a ser aplicada, com apresentação de um vídeo ilustrativo conceituando as três Leis de forma didática.

SEÇÃO II: APLICANDO AS FERRAMENTAS CAE/CAD E INVENTOR (VERSÃO ESTUDANTIL).

TEMPO PREVISTO: (2 AULA -50MIN)

RECURSOS DIDÁTICOS:

- DATA-SHOW;
- COMPUTADOR PARA UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS CAE/CAD E INVENTOR (VERSÃO ESTUDANTIL).

OBJETIVO: INTRODUZIR UMA DEFINIÇÃO OPERACIONAL DAS FERRAMENTAS A SEREM IMPLEMENTADAS COMO AUXÍLO DIDÁTICO.

AULA 3: ATIVIDADE EM LABORÁTORIO OU SALA DE AULA.

INTRODUÇÃO A FERRAMENTA CAE/CAD na versão estudantil.

AO PROFESSOR: O foco principal é levar ao conhecimento do aluno essas ferramentas de suma importância na Engenharia e Arquitetura. Mostrando que são acessíveis e instigando o discente a despertar sua vontade de aprender e compreender a importância do que se está sendo abordado. Início da Demonstração da ferramenta com exemplo no CAE/CAD, para introdução de abordagem.

- PARTE 1 (25 MIN): Mostrar exemplo de simulação em 3D no INVENTOR, já implementando exemplos de como a ferramenta funciona na simulação do conteúdo como forma estimulo ao aprendizado, suas aplicações nas áreas afins.
- PARTE 2 (25 MIN): Início de uma discussão de qual seria na opinião deles, a importância das ferramentas no Ensino do conteúdo.

AULA 4: COMPARATIVO DE UTILIZAÇÃO DO INSTRUMENTO DE AUXILIO NO ENSINO DIDÁTICO e COMPARAÇÕES PRÁTICAS.

- PARTE I (25 MIN) O objetivo principal da aula será a comparação feita pelos alunos através de discussões, e, dos resultados apresentados manualmente e simuladamente. O professor deverá fazer com que o foco seja a diferença entre o ensino tradicional e o ensino com introdução das ferramentas apresentadas. Essas comparações serão utilizadas como dados para que seja montado o projeto proposto que será o produto em forma de manual, aplicado como ferramenta de apoio para os professores em suas aulas.
- PARTE II (25 MIN): Avaliação por parte dos discentes do que as ferramentas trouxeram de melhor para a assimilação do conhecimento, entendimento dos fenômenos e do conteúdo abordado, além de opiniões e idéias ou até críticas para o que se poderia fazer para melhorar o ensino, estes serão utilizados como dados para que seja montado o projeto proposto que será o manual aplicado como ferramenta de apoio para os professores em suas aulas.

ANEXO II – APLICAÇÃO DO PRODUTO (EM ATIVIDADE VIRTUAL).

SEÇÃO I: Conceitos iniciais sobre a Ferramenta CAE/CAD e Leis de Newton;

SEÇÃO II: Aplicando as ferramentas CAE/CAD E Inventor (Versão Estudantil).

ANEXO I – APLICAÇÃO DO PRODUTO.

SEÇÃO I: INTRODUÇÃO A CONCEITOS INICIAIS SOBRE VETORES E DINÂMICA.

TEMPO PREVISTO: (AULAS DE 45 MIN)

RECURSOS DIDÁTICOS:

- INTERNET;
- SALA VIRTUAL;
- COMPUTADOR PARA APRESENTAÇÃO DOS APLICATIVOS AUTODESK AUTOCAD E INVENTOR (VERSÃO ESTUDANTIL);
- VÍDEOS;

AULA VIRTUAL 1: SONDAGEM DA TURMA.

OBJETIVO: VERIFICAR OS CONCEITOS PRÉVIOS DOS ALUNOS SOBRE FERRAMENTAS DE SIMULAÇÃO COMPUTAÇIONAL E LEIS DE NEWTON, CAPACIDADE DE ORGANIZAÇÃO DE PENSAMENTO PARA FORMULAR UM CONCEITO FÍSICO, INTRODUÇÃO DE EXEMPLOS CONCEITUAIS.

- PARTE 1 (30 min): O Objetivo principal dessa aula será a apresentação do projeto ao aluno. O professor iniciará a atividade em uma sala virtual, que deverá ser criada com seu cadastro ou seu e-mail institucional, tendo como abordagem conceitual sobre o que significa a ferramenta CAE/CAD de sua importancia no estudo da engenharia, utilizando vídeo, revendo conceitos sobre as Leis de Newton, além de aplicação um questionário, para verificação inicial do nível de compreensão que o discente possui.
- PARTE 2 (15 MIN): Será aplicado o questionário on-line com 10 questões para avaliar qualitativamente o nível de conhecimento do aluno, sobre o conceito abordado inicialmente.

AULA VIRTUAL 2 :INTRODUÇÃO AO CONCEITO DE DINÂMICA.

OBJETIVO: APRESENTAR OU REVER OS PRINCÍPIOS DA DINÂMICA.

- PARTE 1 (45 MIN): Conceituar as Leis de Newton através de aula exemplificada, como forma de buscar o interesse dos alunos para a atividade a ser aplicada, com apresentação de um vídeo ilustrativo conceituando as três Leis de forma didática.

SEÇÃO II: APLICANDO AS FERRAMENTAS CAE/CAD E INVENTOR (VERSÃO ESTUDANTIL).

TEMPO PREVISTO: (2 AULA -45MIN)

RECURSOS DIDÁTICOS:

- INTERNET/SALA VIRTUAL.
- COMPUTADOR PARA UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS CAE/CAD E INVENTOR (VERSÃO ESTUDANTIL).

OBJETIVO :INTRODUZIR UMA DEFINIÇÃO DAS FERRAMENTAS A SEREM IMPLEMENTADAS COMO AUXÍLO DIDÁTICO.

AULA 3: ATIVIDADE EM SALA DE AULA OU SALA VIRTUAL.

INTRODUÇÃO A FERRAMENTA CAE/CAD na versão estudantil.

AO PROFESSOR: O foco principal é levar ao conhecimento do aluno essas ferramentas de suma importância na Engenharia e Arquitetura. Mostrando que são acessíveis e instigando o discente a despertar sua vontade de aprender e compreender a importância do que se está sendo abordado. Início da Demonstração da ferramenta com exemplo no CAE/CAD, para introdução de abordagem.

- PARTE 1 (30 MIN): Mostrar exemplo de simulação em 3D no INVENTOR, já implementando exemplos de como a ferramenta funciona na simulação do conteúdo como forma estimulo ao aprendizado, suas aplicações nas áreas afins.
- PARTE 2 (15 MIN): Início de uma discussão de qual seria na opinião deles, a importância das ferramentas no Ensino do conteúdo.

AULA 4: COMPARATIVO DE UTILIZAÇÃO DO INSTRUMENTO DE AUXILIO NO ENSINO DIDÁTICO e COMPARAÇÕES PRÁTICAS.

- PARTE I (25 MIN) O objetivo principal da aula será a comparação feita pelos alunos através de questionário dos resultados apresentados. O professor deverá fazer com que o foco seja a diferença entre o ensino tradicional e o ensino com introdução das ferramentas apresentadas. Essas comparações serão utilizadas como dados através de um segundo questionário.
- PARTE II (25 MIN): Avaliação por parte dos discentes do que as ferramentas trouxeram de melhor para a assimilação do conhecimento, entendimento dos fenômenos e do conteúdo abordado, além de opiniões e ideias ou até críticas para o que se poderia fazer para melhorar o ensino, estes serão utilizados como dados para que seja montado o projeto proposto que será aplicada como ferramenta de apoio para os professores em suas aulas.

ANEXO III – PARECER PROF. DR YONNY ROMAGUERA BARCELAY.

PARECER – ANÁLISE DA DISSERTAÇÃO

Autor: Prof. Dr Yonny Romaguera Barcelay

O autor, que está realizando a análise e arguindo, é pesquisador e professor do Programa de Pós-Graduação em Física (PPGFIS) da UFAM, professor PS na SEDUC – AM e colaborador de Instituto de Física dos Materiais da Universidade do Porto

O trabalho intitulado "**Aplicação de Ferramentas CAE/CAD e Inventor Versão Estudantil como Demonstração Didática no Ensino da Aplicação das Forças nos Planos Horizontal e Vertical para a Primeira Série do Ensino Médio"** chama a atenção de uma metodologia inovadora e ativa, que traz à tona a modelagem gráfica das Leis de Newton, pertinente com a literatura científica. Seguindo a ideia, o trabalho está bem fundamentado e bem escrito, seguindo uma estrutura lógica e formal no que diz respeito à ABNT e a literatura da Ciência Física.

Alguns pontos importantes são a forma como o trabalho foi articulado junto com a metodologia e o método sugerido, pouco visto na literatura pertinente. O trabalho trouxe um aspecto muito essencial que é a visualização dos conceitos apresentados na dissertação, chamada parte prática da Física. Desse modo, o assunto trabalhado que são as Leis de Newton, especificamente a atuação das forças nos planos horizontal e vertical deixa bem esclarecido essas forças apresentadas pela ferramenta CAE/CAD, uma vez que ela torna essa demonstração didática e evidente.

Outro ponto importante é o tutorial que o produto educacional ensina, de forma didática e lúdica. O produto explica passo a passo de como reproduzir o trabalho em sala de aula e como aplicar essas ferramentas no ensino das Forças nos planos horizontal e vertical.

Sendo assim, o trabalho está considerado de ótima qualidade e bem explicado, conseguindo ser de fato um produto e servir de base para que os professos do Ensino Médio consigam reproduzir e ensinar seus alunos de maneira didática e inovando o processo de ensino com recursos utilizados em outras áreas do conhecimento.

Yonny Romaguera Barcelay

ANEXO IV – PARECER PROF. MSC LUCAS LINHARES MARINHO.

PARECER – ANÁLISE DA DISSERTAÇÃO

Autor: Prof. Msc Lucas Linhares Marinho

O autor, que está realizando a análise e arguindo, é egresso do Programa MNPEF e servidor público do Estado, ativo na SEDUC – AM.

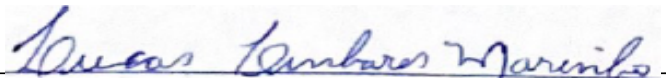
O trabalho intitulado "**Aplicação de Ferramentas CAE/CAD e Inventor Versão Estudantil como Demonstração Didática no Ensino da Aplicação das Forças nos Planos Horizontal e Vertical para a Primeira Série do Ensino Médio"** chama a atenção de uma metodologia inovadora e ativa, que traz à tona a modelagem gráfica das Leis de Newton, pertinente com a literatura científica. Seguindo a ideia, o trabalho está bem fundamentado e bem escrito, seguindo uma estrutura lógica e formal no que diz respeito à ABNT e a literatura da Ciência Física.

Alguns pontos importantes são a forma como o trabalho foi articulado junto com a metodologia e o método sugerido, pouco visto na literatura pertinente. O trabalho trouxe um aspecto muito essencial que é a visualização dos conceitos apresentados na dissertação, chamada parte prática da Física. Desse modo, o assunto trabalhado que são as Leis de Newton, especificamente a atuação das forças nos planos horizontal e vertical deixa bem esclarecido essas forças apresentadas pela ferramenta CAE/CAD, uma vez que ela torna essa demonstração didática e evidente.

Outro ponto importante é o tutorial que o produto educacional ensina, de forma didática e lúdica. O produto explica passo a passo de como reproduzir o trabalho em sala de aula e como aplicar essas ferramentas no ensino das Forças nos planos horizontal e vertical.

Sendo assim, o trabalho está considerado de ótima qualidade e bem explicado, conseguindo ser de fato um produto e servir de base para que os professos do Ensino Médio consigam reproduzir e ensinar seus alunos de maneira didática e inovando o processo de ensino com recursos utilizados em outras áreas do conhecimento.

Manaus, 20 de novembro de 2021.



Assinatura

ANEXO V – PARECER PROFª. MSC DÉBORA CERDEIRA.

O produto educacional intitulado, "Aplicação de Ferramentas CAE/CAD e Inventor Versão Estudantil como Demonstração Didática no Ensino da Aplicação das Forças nos Planos Horizontal e Vertical para a Primeira Série do Ensino Médio" é um suporte para o educador de Física que visa uma aula com recursos didáticos de alta qualidade, no qual permite a familiaridade do educando com a ferramenta abordada. Sendo um trabalho notável por meio de utilização da experiencia virtual por simulação computacional em dimensões 2D e 3D que diversos alunos têm necessidades de compreender numa visão apenas unidimensional o conceito de Dinâmica e suas aplicações.

Débora Silva Cerdeira de Souza

ANEXO VI - PARECER PROF. MSC FRANCISCO JÚNIOR.

PARECER – ANÁLISE DA DISSERTAÇÃO

Autor do trabalho: Heleyne Karen

Analista: Prof. MSc Francisco Miranda Monteiro Júnior

O autor, que está realizando a análise, é egresso do programa MNPEF e servidor de uma instituição de ensino privado na cidade de Manaus. Aproveito desde já para autorizar a publicação de tal parecer;

A dissertação de mestrado intitulada como **"Aplicação de Ferramentas CAE/CAD e Inventor Versão Estudantil como Demonstração Didática no Ensino da Aplicação das Forças nos Planos Horizontal e Vertical para a Primeira Série do Ensino Médio"** vem nos trazer uma performance bastante significativa, atual, necessária e corresponde as necessidades do uso da metodologia ativa. O trabalho é bem explicativo quando ao uso das ferramentas computacionais necessárias, ou seja, demonstra os caminhos que um professor deve seguir para alcançar o objetivo que se concentra na demonstração das forças que atuam na horizontal e vertical, porém em uma perspectiva bastante interessante que é a visão tridimensional. Nós enxergamos em três dimensões, porém possuímos grandes dificuldades de imaginar alguns eventos da física e a força com certeza é uma delas.

O ensino tem passado por algumas remodelagens onde o trabalho atende a este processo, como citado acima, utilizando ferramentas computacionais onde podemos visualizar o lado a lado caminhado com softwares que possibilitam tais visualizações tridimensionais. E ainda mais, voltando o olhar para o produto educacional, é tratado em uma linguagem simplista onde existe a possibilidade de um estudante conseguir construir sozinho, caso ele tenha o material necessário, pois aproveito para explanar que o produto educacional contém muitas imagens e como guia consegue deixar claro o passo a passo que deve ser dado até chegar o objetivo, e além disso podemos ter um norte como ferramenta para explorarmos outros conteúdos de difíceis visualizações para alcançarmos um melhor ensino da física.

Chamamos a atenção para o material utilizado, onde as ferramentas exigem tempo para instalação e manuseio do mesmo. Tempo este que no cotidiano de um professor pode ser bastante escasso, por isso fincamos uma possível dica de deixa-lo mais simplista e mais direto. As várias imagens são necessárias, mas um passo a passo mais simples deveria ser utilizado no lugar de várias imagens.

No mais, aprovo esta proposta de ensino de grande importância para a evolução do ensino da física. Uma vez que temos agora uma opção para trabalhar os conceitos de forças e os tipos de forças através de uma visualização tridimensional alicerçado por seus vetores.

Manaus, 23 de setembro de 2021.

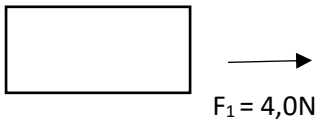
Assinatura

APÊNDICE A - EXERCÍCIO DE SONDAGEM

ESCOLA:

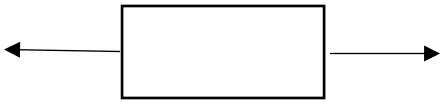
1.Nas figuras abaixo, representam-se as forças que agem nos blocos (considere todos com massa 2,0kg). Determine em cada caso, o modulo da aceleração que esses blocos adquirem.

a)

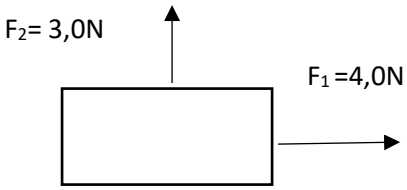


b)

c)



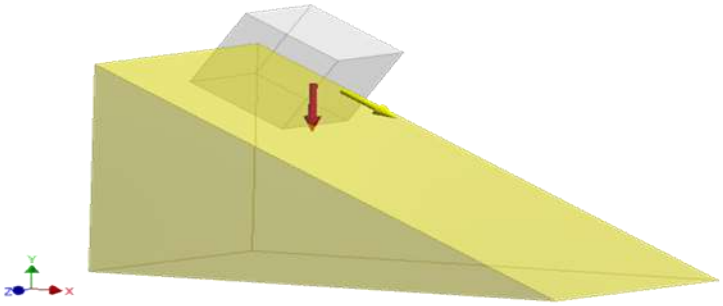
d)



2.Um ponto material está em repouso em relação a um referencial inercial. É necessario a aplicação de uma força para tirá-lo do estado de repouso?

APÊNDICE B – PRODUTO EDUCACIONAL

PRODUTO EDUCACIONAL



Aplicação de Ferramentas CAE/CAD e Inventor Versão Estudantil como Demonstração Didática no Ensino da Aplicação das Forças nos Planos Horizontal e Vertical para a Primeira Série do Ensino Médio

Mestranda: Heleyne Karen Lima Gil

Orientador: Dr. Igor Tavares Padilha

APRESENTAÇÃO

Este produto Educacional intitulado, “Aplicação de ferramentas CAE/CAD e INVENTOR (versão estudantil) como demonstração didática no ensino da aplicação das forças horizontal e vertical para a primeira série do Ensino Médio”, tem como objetivo demonstrar aos discentes a aplicação das forças no plano tridimensional através de ferramenta CAE/CAD, melhorando sua capacidade de compreensão sobre esta área da Dinâmica. Para tal, utiliza-se o recurso de simulação em computador para exemplos 2D e 3D.

O produto divide-se em Introdução, destacando os conceitos de vetor e Leis de newton e fará uma apresentação da ferramenta de simulação computação Autodesk AutoCAD, Seguido dos Exercícios propostos, que demonstrarão como aplicar as ferramentas nos exemplos apresentados. Este produto educacional faz parte da dissertação do Mestrado Profissional Nacional de Ensino de Física (MPNEF), pertencente ao polo 04 -Instituto Federal do Amazonas (IFAM) e Universidade Federal do Amazonas (UFAM), organizado pela Sociedade Brasileira de Física (SBF), com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior -Brasil (CAPES), E destina-se a capacitar os professores de Ensino Médio sobre o conteúdo físico e as técnicas de ensino atuais para a aplicação em classe. Este produto educacional pode ser reproduzido livremente para fins didáticos.

Tem-se como expectativa que, após a aplicação deste Produto, o discente possa visualizar e compreender melhor a aplicação da Física, motivando-os e demonstrando sua utilidade e importância no cotidiano.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Representação de uma Grandeza escalar, a bola possui apenas representação numérica e unidade. 10
Figura 2- A **Grandeza Vetorial**, tem como representação uma seta, com origem (início)e extremidade(final).....10
Figura 3- Representação vetorial de forças F_1 e F_2, que atuam em um corpo com mesma direção e sentido, atuando em sentidos contrários e, com orientações de F_1 na direção vertical e F_2 na horizontal e sentidos diferentes (F_1 para cima e F_2 para a direita). 10
Figura 4- A força está sendo aplicada devido ao fato de empurrar ou puxar um objeto. 11
Figura 5- Dedução das Equações de Força e Peso. 11
Figura 6- A força com que a terra atrai um corpo, é caracterizada com peso. Massa é a quantidade de matéria que um corpo possui. Fonte. http://www.geocities.ws/. 12
Figura 7- A resultante será a soma, quando as forças estiverem no mesmo sentido. 12
Figura 8- A resultante será subtração, quando as forças estiverem em sentido diferentes. 12
Figura 9- Exemplos de Forças no Plano Horizontal e inclinado. Fonte. https://blog.biologiatotal.com.br. 13
Figura 10 – Tela de boas-vindas do Inventor. 18
Figura 11 – Tela Inicial do ambiente Part. 19
Figura 12 – Funcionalidades do Cube View. 20
Figura 13 – Tela Inicial do ambiente Assembly. 21
Figura 14 – Questão problematizadora para Plano Reto. 23
Figura 15 – Criação da pasta de projeto para Plano Reto. 25
Figura 16 – Opção para criação de uma nova pasta de projeto. 25
Figura 17 – Opção Single User e Avance. 26
Figura 18 – Nomeie o Projeto, escolha o local de salvamento e finalize. 26
Figura 19 – Projeto criado, clique em Done. Verifique a criação do arquivo na pasta. 27
Figura 20 – Abra o projeto e selecione a opção New. 27
Figura 21 – Amplie os templates, selecione Metric, confira o projeto e dê duplo clique em Standard (mm). 28
Figura 22 – Selecione Application Options. 28
Figura 23 – Aba Color, Presentation e 1 Color. Aba Display, Reverse Direction e Zoom to Cursor.....29
Figura 24 – Selecione 2D Sketch. 30
Figura 25 – Selecione o Plano XY de trabalho. 30
Figura 26 – Demonstração do ambiente de desenho. 31
Figura 27 – Opção Rectangle, Two Point Center. 31
Figura 28 – Magnetismo para coordenada 0,0. 32
Figura 29 – Retângulo sendo criado. 32
Figura 30 – Retângulo criado com dimensões quaisquer. 33
Figura 31 – Opção Dimensions. 33
Figura 32 – Criando Dimension. 34

Figura 33 – Determinando a cota para altura do bloco. 34
Figura 34 – Dimensão da altura criada. 35
Figura 35 – Ambas as dimensões criadas. 35
Figura 36 – Finalizando o desenho. 36
Figura 37 – Retorno à tela principal do ambiente Part com o desenho criado. 36
Figura 38 – Selecione a opção Extrude. 37
Figura 39 – Executando o Extrude. 37
Figura 40 – Selecionando uma nova cor. 38
Figura 41 – Salvando o Bloco base do Plano Reto. 38
Figura 42 – Para atribuir a massa, selecione iProperties. 39
Figura 43 – Atribuição da Massa ao bloco. 40
Figura 44 – Navegação dos arquivos já criados. 40
Figura 45 – Clique no botão New. 41
Figura 46 – Selecionando a opção Assembly. 41
Figura 47 – Opção Place. 42
Figura 48 – Selecionando Bloco de Base. 42
Figura 49 – Inserindo a primeira peça na montagem. 43
Figura 50 – Bloco de base na posição de projeção ortogonal. 43
Figura 51 – Selecionando o Bloco Deslizante. 44
Figura 52 – Inserção do Bloco Deslizante. 44
Figura 53 – Comando Constrain. 45
Figura 54 – Selecione a face superior do bloco de base. 45
Figura 55 – Selecione uma das faces do bloco deslizante. 46
Figura 56 – A peça irá automaticamente. Clique em OK. 46
Figura 57 – Planos Médios. 47
Figura 58 – Selecione o Plano médio de um dos componentes. 47
Figura 59 – Selecione o outro Plano médio. Note que o plano já selecionado fica ativo 48
Figura 60 – O componente será atraído para a restrição de liberdade. Clique em OK. 48
Figura 61 – Movimentação do bloco deslizante em um único plano de liberdade. 49
Figura 62 – Comando Joint. 49
Figura 63 – Clique no ponto central da aresta inferior do bloco deslizante, verificando o plano correto. 50
Figura 64 – Clique no ponto central da aresta superior do bloco de base, verificando o plano correto. 50
Figura 65 – O bloco poderá estar incorreto. Basta mudar o alinhamento nas opções Connect e Align. 51
Figura 66 – Modifique o Tipo de Rigid para Slider. Será visualizada uma animação com o movimento correto. 51
Figura 67 – Ajustando os limites da ferramenta Joint e aperte OK. 52
Figura 68 – Caso apareça uma mensagem de erro ignore, clicando “Accept the Relationship”. 52

Figura 69 – Salve o arquivo, sugerimos o nome “MONTAGEM PLANO RETO”.....53
Figura 70 – Dynamic Simulations.....53
Figura 71 – Habilitando o vetor gravidade.....54
Figura 72 – Configurando o vetor gravidade.....54
Figura 73 – Ferramenta Force.....55
Figura 74 – Selecione o vértice inferior do bloco inferior.....55
Figura 75 – Selecione a aresta inferior do bloco inferior.....56
Figura 76 – Caso o vetor esteja invertido, utilize a opção flip.....56
Figura 77 – Atribua a força e clique em OK.....57
Figura 78 – Rodando a simulação.....57
Figura 79 – Simulação do movimento após 1 s.....58
Figura 80 – Selecione a aresta do bloco deslizante.....58
Figura 81 – Selecione a aresta do bloco de base.....59
Figura 82 – A distância aparecerá em tela.....59
Figura 83 – Finalizando a simulação.....60
Figura 84 – Questão problematizadora para Plano Inclinado.....61
Figura 85 – Criação da pasta de projeto para Plano Inclinado.....62
Figura 86 – Opção para criação de uma nova pasta de projeto.....63
Figura 87 – Opção Single User e Avance.....63
Figura 88 – Nomeie o Projeto, escolha o local de salvamento e finalize.....64
Figura 89 – Projeto criado, clique em Done. Verifique a criação do arquivo na pasta.....64
Figura 90 – Abra o projeto e selecione a opção New.....65
Figura 91 – Amplie os templates, selecione Metric, confira o projeto e dê duplo clique em Standard (mm).....66
Figura 92 – Selecione Application Options.....66
Figura 93 – Aba Color, Presentation e 1 Color. Aba Display, Reverse Direction e Zoom to Cursor.....67
Figura 94 – Selecione 2D Sketch.....68
Figura 95 – Selecione o Plano XY de trabalho.....68
Figura 96 – Demonstração do ambiente de desenho.....69
Figura 97 – Opção Line.....69
Figura 98 – Magnetismo para coordenada 0,0.....70
Figura 99 – Linha sendo criada.....70
Figura 100 – Magnetismo no eixo.....71
Figura 101 – Base criada, magnetismo do eixo vertical.....71
Figura 102 – Fechamento do triângulo retângulo aproveitando o magnetismo da coordenada 0,0.....72
Figura 103 – Opção Dimensions.....72
Figura 104 – Criando Dimension.....73
Figura 105 – Determinando a cota para base do bloco.....73
Figura 106 – Dimensão da base criada.....74
Figura 107 –Dimensão do ângulo sendo criada, insira o valor de 30 graus.....74

Figura 108 –Triângulo criado....74
Figura 109 – Finalizando o desenho. 75
Figura 110 – Retorno à tela principal do ambiente Part com o desenho criado. 75
Figura 111 – Selecione a opção Extrude. 76
Figura 112 – Executando o Extrude. 76
Figura 113 – Selecionando uma nova cor. 77
Figura 114 – Salvando o Bloco base do Plano Inclinado Reto. 77
Figura 115 – Opção Rectangle, Two Point Center. 78
Figura 116 – Magnetismo para coordenada 0,0. 78
Figura 117 – Retângulo sendo criado. 79
Figura 118 – Retângulo criado com dimensões quaisquer. 79
Figura 119 – Opção Dimensions. 80
Figura 120 – Criando Dimension. 80
Figura 121 – Determinando a cota para altura do bloco. 81
Figura 122 – Dimensão da altura criada. 81
Figura 123 – Ambas as dimensões criadas. 82
Figura 124 – Finalizando o desenho. 82
Figura 125 – Retorno à tela principal do ambiente Part com o desenho criado. 83
Figura 126 – Selecione a opção Extrude. 83
Figura 127 – Executando o Extrude. 84
Figura 128 – Selecionando uma nova cor. 84
Figura 129 – Para atribuir a massa, selecione iProperties. 85
Figura 130 – Atribuição da Massa ao bloco. 85
Figura 131 – Salvando o Bloco deslizante do Plano Inclinado. 86
Figura 132 – Navegação dos arquivos já criados. 86
Figura 133 – Clique no botão New. 87
Figura 134 – Selecionando a opção Assembly. 87
Figura 135 – Opção Place. 88
Figura 136 – Selecionando Bloco de Base. 88
Figura 137 – Inserindo a primeira peça na montagem. 89
Figura 138 – Bloco de base na posição de projeção ortogonal. 89
Figura 139 – Selecionando o Bloco Deslizante. 90
Figura 140 – Inserção do Bloco Deslizante. 90
Figura 141 – Comando Constrain. 91
Figura 142 – Selecione a face superior do bloco de base. 91
Figura 143 – Selecione uma das faces do bloco deslizante. 92
Figura 144 – A peça irá automaticamente. Clique em OK. 92
Figura 145 – Planos Médios. 93
Figura 146 – Selecione o Plano médio de um dos componentes. 93
Figura 147 – Selecione o outro Plano médio. Note que o plano já selecionado fica ativo 94

Figura 148 – O componente será atraído para a restrição de liberdade. Clique em OK. 94
Figura 149 – Movimentação do bloco deslizante em um único plano de liberdade.....94
Figura 150 – Comando Joint. 95
Figura 151 – Clique no ponto central da aresta inferior do bloco deslizante, verificando o plano correto. 95
Figura 152 – Clique no ponto central da aresta superior do bloco de base, verificando o plano correto. 96
Figura 153 – O bloco poderá estar incorreto. Basta mudar o alinhamento nas opções Connect e Align. 96
Figura 154 – Modifique o Tipo de Rigid para Slider. Será visualizada uma animação com o movimento correto. 97
Figura 155 – Ajustando os limites da ferramenta Joint e aperte OK. 97
Figura 156 – Caso apareça uma mensagem de erro ignore, clicando “Accept the Relationship”. 98
Figura 157 – Salve o arquivo, sugerimos o nome “MONTAGEM PLANO INCLINADO”. 98
Figura 158 – Dynamic Simulations. 99
Figura 159 – Habilitando o vetor gravidade. 99
Figura 160 – Configurando o vetor gravidade. 100
Figura 161 – Ferramenta Force. 100
Figura 162 – Selecione o vértice inferior do bloco inferior. 101
Figura 163 – Selecione a aresta inferior do bloco inferior. 101
Figura 164 – Caso o vetor esteja invertido, utilize a opção flip. 102
Figura 165 – Atribua a força e clique em OK. 102
Figura 166 – Rodando a simulação. 103
Figura 167 – Simulação do movimento após 1 s, bloco parado, exercício comprovado. 103
Figura 168 – Retornando ao ambiente de edição da simulação. 104
Figura 169 – Dê um duplo clique com o botão esquerdo na Força criada para poder editar. 104
Figura 170 – Atribua o valor de 3N para a força. 105
Figura 171 – Simulação do movimento após 1 s, bloco movimentou-se no sentido da força, exercício comprovado. 105
Figura 172 – Retornando ao ambiente de edição da simulação. 106
Figura 173 – Dê um duplo clique com o botão esquerdo na Força criada para poder editar. 106
Figura 174 – Atribua o valor de 2N para a força. 107
Figura 175 – Simulação do movimento após 1 s, bloco movimentou-se no sentido oposto à força, exercício comprovado. 107
Figura 176 – Finalizando a simulação. 108

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 10
1.1. ATIVIDADE PROPOSTA 14
1.2. QUESTÃO PROBLEMATIZADORA PARA PLANO RETO (SIMULAÇÃO). 16
1.3. QUESTÃO PROBLEMATIZADORA PARA PLANO INCLINADO(SIMULAÇÃO). 16

2. CONHECENDO O SOFTWARE AUTODESK INVENTOR 3D 18
2.1. PASTA DE PROJETO 18
2.2. AMBIENTES DE TRABALHO 18
2.3. FERRAMENTAS DE TRABALHO PARA OS AMBIENTES PART E ASSEMBLY 21

3. QUESTÃO PROBLEMATIZADORA PARA PLANO RETO 23
3.1. VERIFICAÇÃO DOS RESULTADOS VIA INVENTOR 23
3.1.1. CONSTRUINDO O MODELO NO INVENTOR 25
3.1.2. MONTANDO O MODELO NO INVENTOR 41
3.1.3. SIMULANDO O MODELO NO INVENTOR 53

4. QUESTÃO PROBLEMATIZADORA PARA PLANO INCLINADO 61
4.1. VERIFICAÇÃO DOS RESULTADOS VIA INVENTOR 62
4.1.1. CONSTRUINDO O MODELO NO INVENTOR 62
4.1.2. MONTANDO O MODELO NO INVENTOR 87
4.1.3. SIMULANDO O MODELO NO INVENTOR 99

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 109

1. INTRODUÇÃO

Sabemos que algumas grandezas físicas são corretamente definidas apenas por número e unidade, sem necessidade de qualquer outra orientação, sendo denominadas **Escalares**. Como exemplo, quando expressamos que a massa de um corpo é 5 kg, compreende-se o significado sem nada mais acrescentar. Já as grandezas que precisam de orientações como direção e sentido, além das numéricas são denominadas **Vetoriais**.

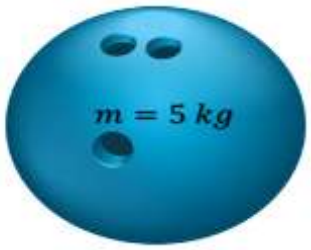


Figura 1- Representação de uma Grandeza escalar, a bola possui apenas representação numérica e unidade.

Figura 2- A **Grandeza Vetorial**, tem como representação uma seta, com origem (início)e extremidade(final).

Entendemos a definição de Vetor como segmento de reta orientado, caracterizado pelos elementos **módulo, direção e sentido**. Vetores representam grandezas como :força, velocidade, quantidade de movimento etc.

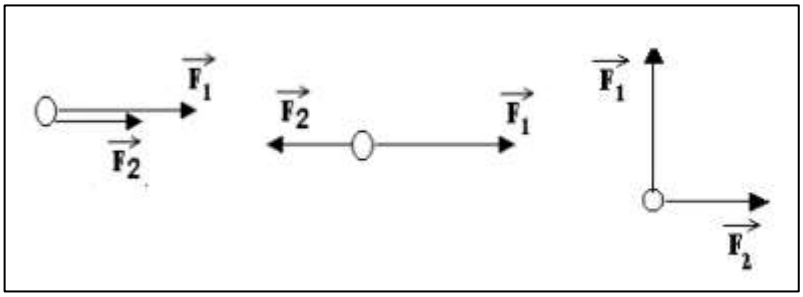


Figura 3- Representação vetorial de forças F_1 e F_2, que atuam em um corpo com mesma direção e sentido, atuando em sentidos contrários e, com orientações de F_1 na direção vertical e F_2 na horizontal e sentidos diferentes (F_1 para cima e F_2 para a direita).

Em operações vetoriais, adição e subtração são as mais importantes, sendo feitas através de operações geométricas e mais comuns no dia a dia.

A representação vetorial da soma, inicia-se na origem do primeiro vetor e termina na extremidade do último.

Quando um objeto se move, interage com outros objetos, o que se demonstra por meio de forças. Nesse contexto, não falaremos sobre movimento, apenas abordaremos, de forma resumida o conceito de Força.

O conceito dinâmico de Força é definido como o agente que provoca mudanças no estado de movimento e repouso do corpo, a unidade de medida no Sistema Internacional de Unidades (SI) é Newton (N), em Homenagem ao Cientista Inglês Isaac Newton (1643- 1727).

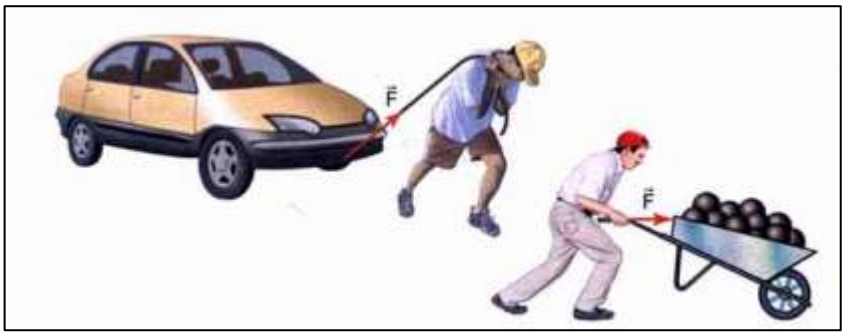


Figura 4- A força está sendo aplicada devido ao fato de empurrar ou puxar um objeto.

Para que o efeito de uma força seja definido, é necessário identificar seu módulo, direção e sentido. A força é uma grandeza vetorial, logo, sua representação é um vetor.

Temos como exemplo de força, a atração da terra sobre os corpos que ficam localizados próximos a superfície, força essa, denominada de peso do corpo, uma grandeza vetorial, onde sua intensidade é medida em Newton (N), sendo expressa:

$$\vec{F}_R = m\vec{a} \Rightarrow \boxed{\vec{P} = m\vec{g}}$$

$$\downarrow \qquad \downarrow$$

$$\vec{P} \qquad \vec{g}$$

Figura 5- Dedução das Equações de Força e Peso.

Um corpo adquire aceleração quando está em movimento sob ação de seu peso. Essa aceleração é denominada aceleração gravitacional.

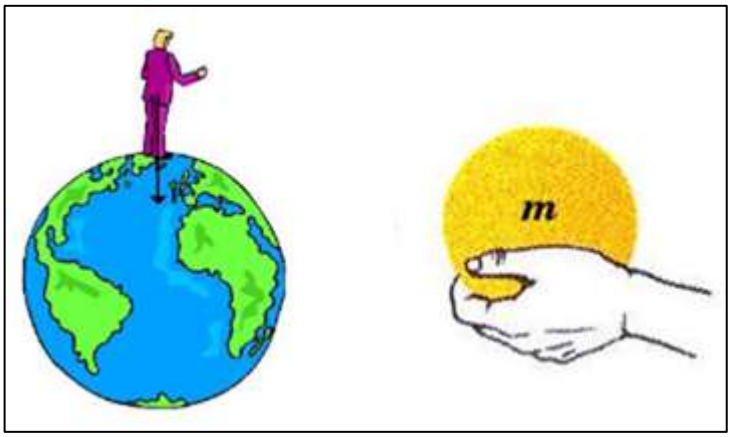


Figura 6- A força com que a terra atrai um corpo, é caracterizada com peso. Massa é a quantidade de matéria que um corpo possui. Fonte. http://www.geocities.ws/.

Uma Equação vetorial pode ser caracterizada através de cada situação apresentada como mostradas nas figuras abaixo, onde o módulo será representado por F_R, determinando o resultado pelo comprimento do vetor resultante. Neste trabalho abordaremos apenas as propriedades de soma e subtração de forças que agem sobre um corpo e a soma correspondente.

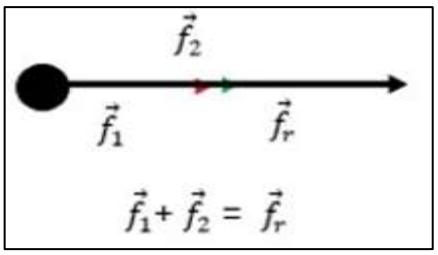


Figura 7- A resultante será a soma, quando as forças estiverem no mesmo sentido.

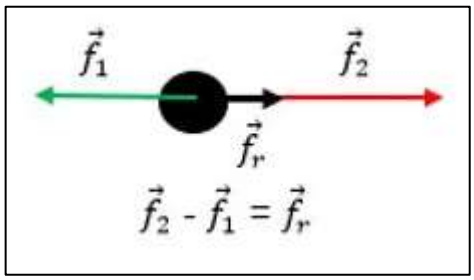


Figura 8- A resultante será subtração, quando as forças estiverem em sentido diferentes.

Corpos podem estar sujeitos a forças que atuam em diferentes direções e sentidos. Para compreender o efeito de um grupo de forças agindo sobre o corpo, é mais fácil pensar em todas as forças como uma única força e será resultado da soma de todos os envolvidos. Esta única força é chamada de "força resultante". Por se tratar de um vetor, devemos sempre observar seu módulo, direção e sentido. Neste produto será apresentado exemplos de Forças no Plano Horizontal e inclinado, sem atrito.

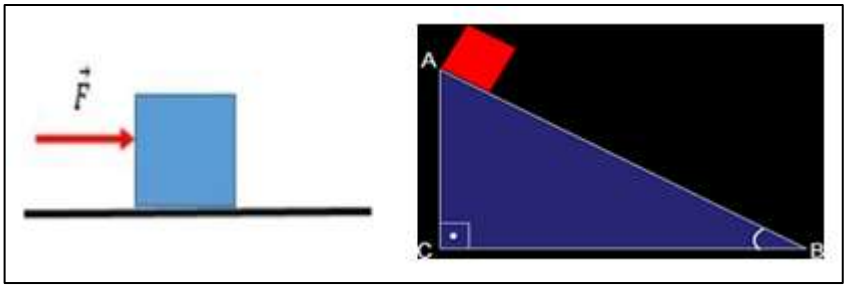


Figura 9- Exemplos de Forças no Plano Horizontal e inclinado. Fonte. https://blog.biologiatotal.com.br.

Reforçamos que o Conceito de força é bem mais amplo. Deste modo, a demonstração será feita através de dois exemplos, um no Plano horizontal e outro no Plano inclinando, e a atuação de forças em 2D através das Ferramentas Autodesk AutoCad e a simulação em 3D no Autodesk Inventor, conhecendo as ferramentas utilizadas e seus respectivos comandos. Na temática seguinte será abordado os exemplos e ao final o aluno deverá comparar os resultados obtidos ao método teórico convencional.

Como abordagem inicial o professor utilizará uma atividade para verificar o nível de conhecimento do aluno na parte vetorial e Leis de Newton. A atividade ficará a critério do professor, e aqui utilizaremos a atividade efetivada na escola onde houve a aplicação do produto.

1.1. ATIVIDADE PROPOSTA

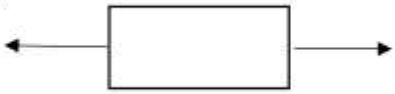
ESCOLA:

1.Nas figuras abaixo, representam-se as forças que agem nos blocos (considere todos com massa 2,0kg). Determine em cada caso, o modulo da aceleração que esses blocos adquirem.

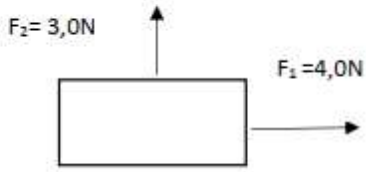
a)

b)

c)



d)



2.Um ponto material está em repouso em relação a um referencial inercial. É necessario a aplicação de uma força para tirá-lo do estado de repouso?

Respostas:

a)

Nesse caso, a Força $\vec{F_1}$ é a força resultante $\vec{F_R}$ que produz a aceleração a. Logo, pela segunda Lei de Newton temos:

$\vec{F_R} = m.\vec{a}$

$\vec{F_1} = m.\vec{a} \Longrightarrow 4,0 = 2,0.\ \vec{a} \Longrightarrow$ **$\vec{a} = 2,0\ m/s^2$.**

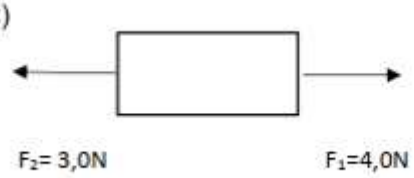
b)

Utilizando a segunda lei de Newton:

$\vec{F}_R = m.\vec{a}$

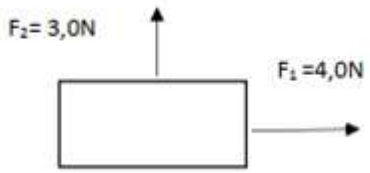
$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = m.\vec{a} \Rightarrow 4{,}0+3{,}0 = 2{,}0.\vec{a} \Rightarrow$ **$\vec{a}$= 3,5 m/s² .**

c)



$\vec{F}_R = m.\vec{a} \Longrightarrow \vec{F}_1 - \vec{F}_2 = m.\vec{a} \Longrightarrow 4{,}0 - 3{,}0 = 2{,}0.\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = 0{,}50 m/s2$

d)



Nesse caso, como $\vec{F}_1$ e $\vec{F}_2$ têm direções diferentes, a força resultante $\vec{F}_R$ é obtida com a regra do paralelogramo.

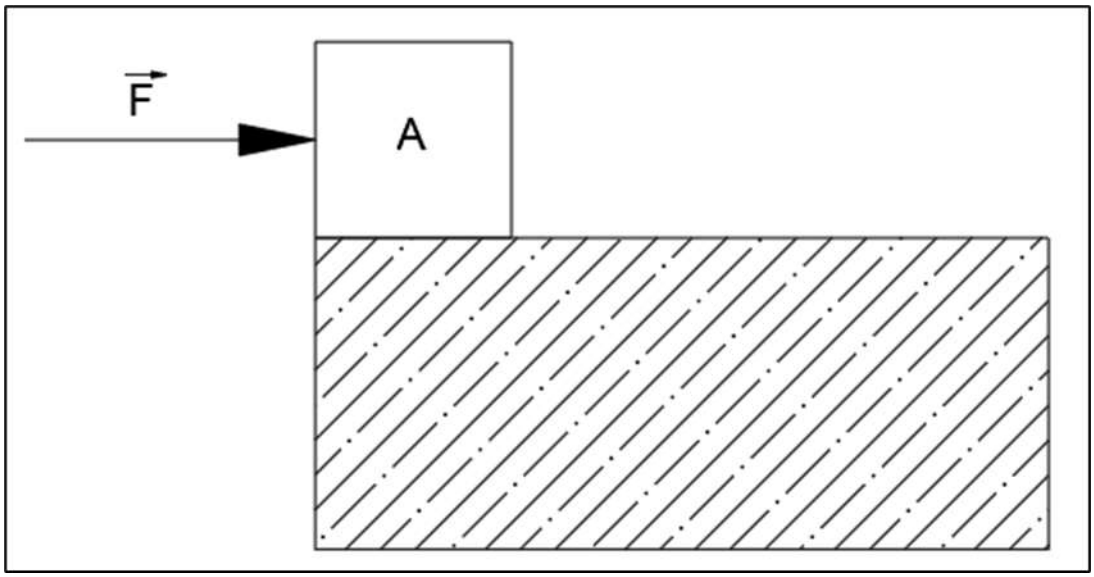
$\vec{F}^2_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 \Rightarrow \vec{F}^2_R = (4{,}0)^2 + (3{,}0)^2 \Rightarrow \vec{F}^2_R = 25 \Longrightarrow F_R = 5{,}0$ N

Logo, pela segunda lei de Newton temos:

$\vec{F}_R = m.\vec{a} \Longrightarrow 5{,}0 = 2{,}0.\ a \Longrightarrow \vec{a} = 2{,}5 m/s^2$.

1.2. QUESTÃO PROBLEMATIZADORA PARA PLANO RETO (SIMULAÇÃO).

Analisando a figura abaixo, qual o módulo da Força resultante F que compete ao corpo A, de massa 5 Kg, se este estiver sujeito a uma aceleração de 2,0 m/s²? Considere atrito desprezível.



RESOLUÇÃO:

Aplicando a 2ª Lei de Newton, podemos obter a seguinte resposta:

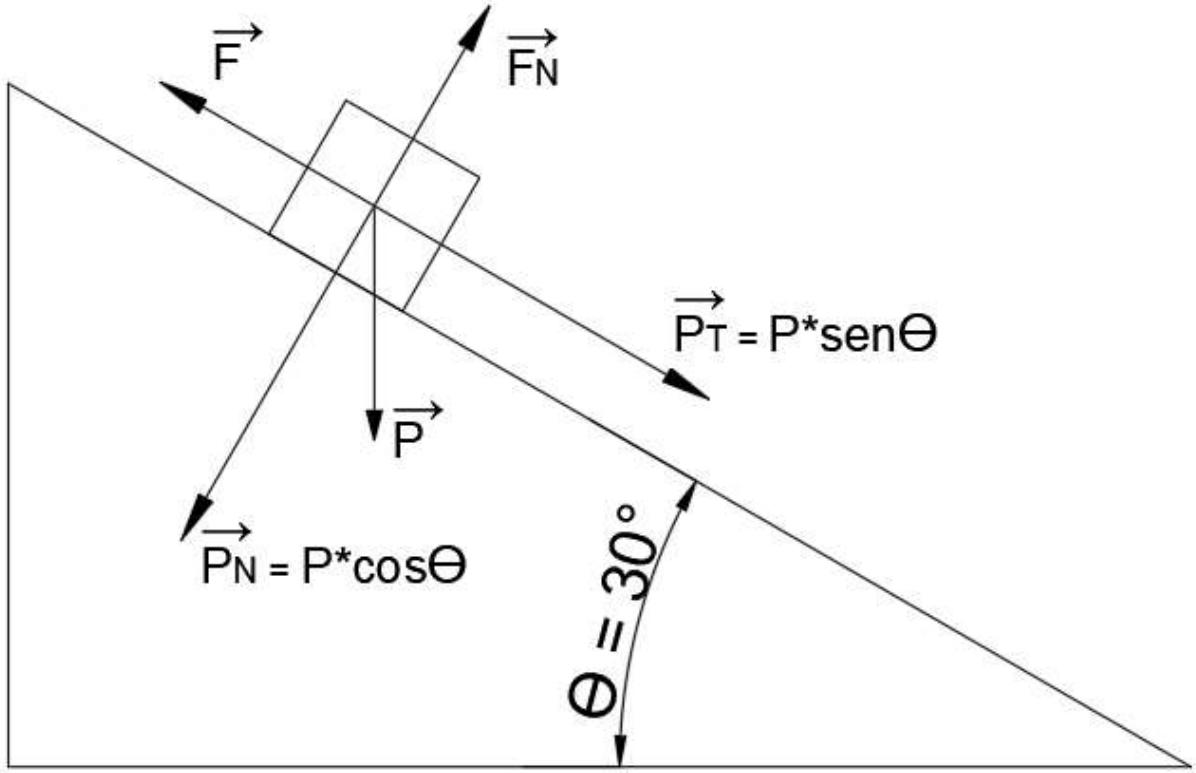
m= 5 kg

a = 2,0 m/s²

F_R=m. a ⟶ F_R =5. 2=10 N

1.3. QUESTÃO PROBLEMATIZADORA PARA PLANO INCLINADO(SIMULAÇÃO).

Na figura abaixo, o bloco A de massa 500 g está em repouso. Considerando atrito desprezível, qual deverá ser a intensidade da Força F aplicada à sua base, para que esta afirmação seja verdadeira?



RESOLUÇÃO

Para que o Bloco A esteja em repouso, deverá ser aplicada uma força F em sentido oposto e de intensidade idêntica à força P_T. Se a força for maior, o bloco será puxado, se for menor, ele irá descer pelo plano inclinado

Aplicando a 2ª Lei de Newton, podemos obter a seguinte resposta:

m= 0,5 kg

g = 10,0 m/s²

θ: 30º

$$P = m * g \longrightarrow P = 0{,}5 * 10 = 5N$$

$$F = P * sen\theta \longrightarrow F = 5 * 0{,}5 = 2{,}5\ N$$

2. CONHECENDO O SOFTWARE AUTODESK INVENTOR 3D

O Autodesk Inventor 3D, é um software 3D CAD/CAE/CAM focado em engenharia e projetos de produtos. É desenvolvido pela empresa Autodesk (a desenvolvedora do famoso AutoCAD) e possui licença estudantil, mediante comprovação de vínculo como estudante ou professor em alguma instituição de ensino, como todos os atributos do software profissional.

Podemos efetuar o download do software no site oficial:

<https://www.autodesk.com.br/education/edu-software/overview>

Há formas de traduzir o software para o português. Porém há maior disponibilidade de material de estudo em inglês (linguagem nativa da Autodesk), logo optamos por utilizar o programa neste idioma.

Ao iniciar o software, abrimos uma tela de boas-vindas, com os 4 ambientes de trabalho e algumas funcionalidades:

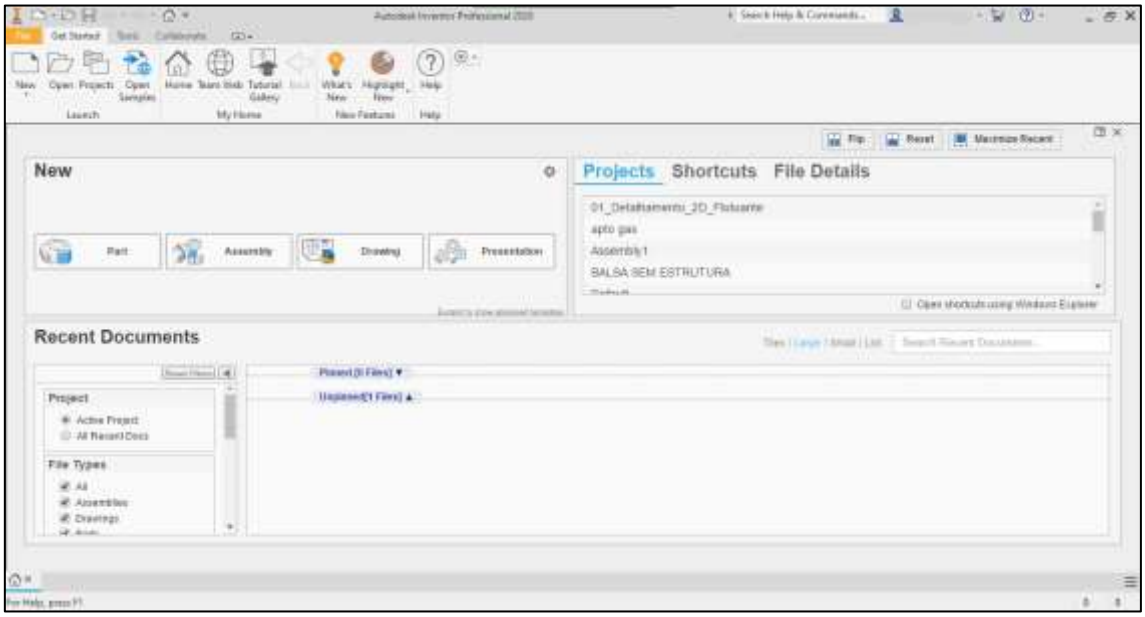


Figura 10 – Tela de boas-vindas do Inventor.

2.1. PASTA DE PROJETO

A pasta de projeto é um recurso que o Inventor utiliza para organizar os arquivos titulares e de backup. Um arquivo de extensão jpj é criado nessa pasta assim que for definida como pasta de projeto

2.2. AMBIENTES DE TRABALHO

Para realizar simulações e projetos de engenharia, o software conta com 4 ambientes de trabalho específicos: Part, Assembly, Drawning e Presentation.

O ambiente Part é onde fazemos a modelagem dos componentes de nosso projeto. No ambiente Assembly, unimos os componentes e explicamos qual a interação entre eles, descrevendo como o modelo funcionará para podermos realizar simulações físicas de movimento. Os ambientes Drawning e Presentation não serão explorados neste trabalho, por só terem implicação prática em projetos de engenharia, mas são responsáveis por gerar os desenhos de fabricação e vistas explodidas, respectivamente.

AMBIENTE PART

O primeiro ambiente de trabalho que iremos explorar, trata-se do ambiente Part. Neles executamos as peças individuais que serão trabalhadas posteriormente. Após “fabricarmos” as peças no programa, podemos executar vários serviços, como análise estrutural, renderização, impressão 3D, preparação para usinagem etc.

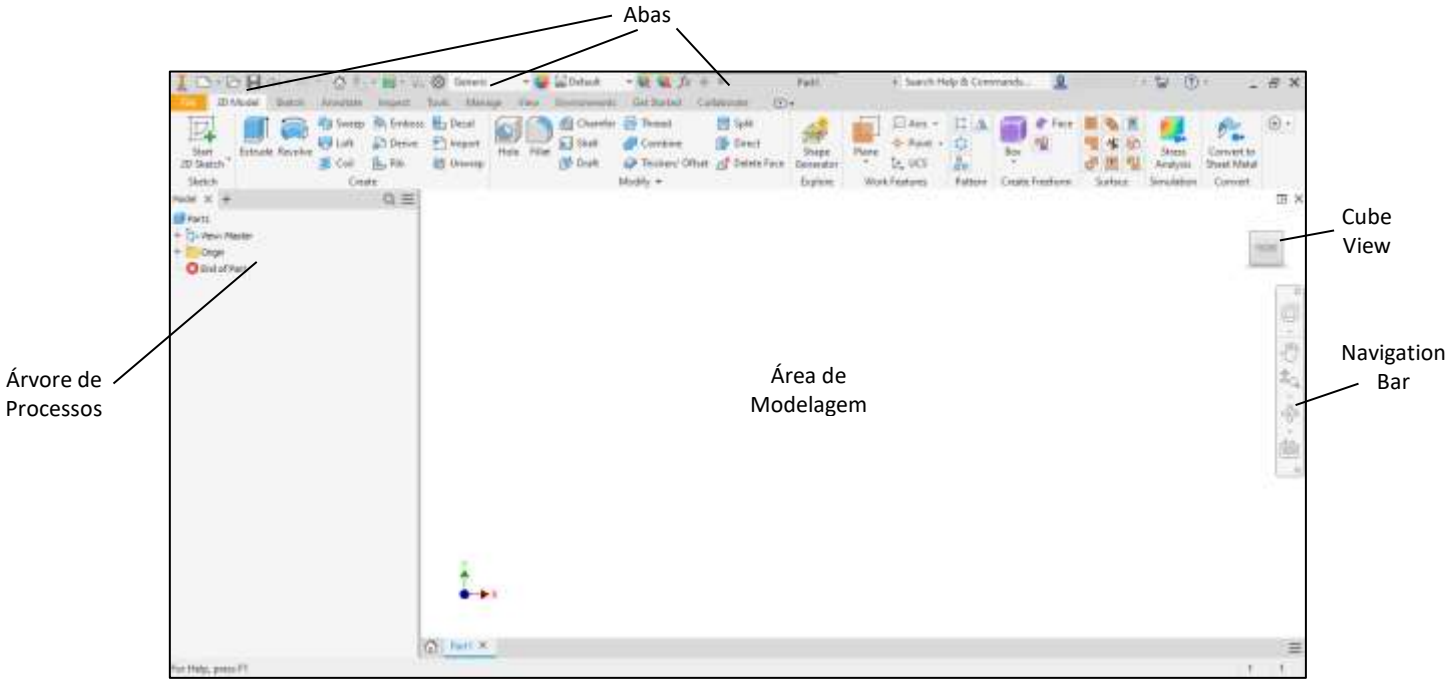


Figura 11 – Tela Inicial do ambiente Part.

O ambiente Part possui abas específicas ao seu uso. A mais utilizada é a aba 3D Model que cuida da modelagem e refino da peça em edição. A Aba Enviroments, é responsável pela aplicação de análises estruturais, renderização, impressão 3D etc.

A Árvore de processos, é o campo que reúne todos os itens de modelagem da peça, ou seja, cada ferramenta que se usa na edição do modelo fica listado e disponível para visualização ou alteração. O primeiro conteúdo da árvore é a pasta Origin, que abriga no seu interior as entidades geométricas básicas como Axis(eixos),

Planes (planos) e Center Point. Essas entidades são as primeiras referências de apoio da modelagem.

A Área de Modelagem é o espaço de modelagem e visualização da peça a ser editada. O Cube View é o recurso que se usa para manipular os pontos de vistas. Pode variar entre vistas ortográficas e perspectivas.

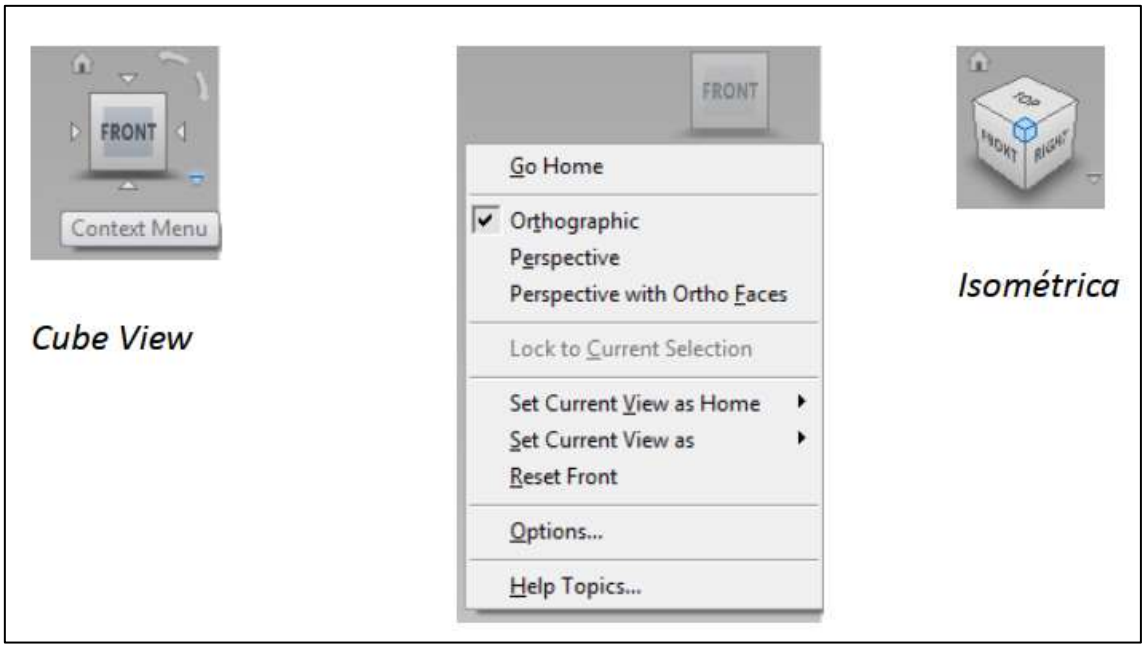


Figura 12 – Funcionalidades do Cube View.

A Navigation Bar reúne os comandos manipulação da vista e de sua representação, como pontos de vista, modos de perspectivas, controles de iluminação e sombras.

O mouse é um elemento muito importante em todos os ambientes de trabalho do Inventor. Com o botão esquerdo, faremos atividades comuns de seleção com um clique normal e/ou dois cliques rápidos. Já o botão direito é responsável por oferecer menus de contexto, ou opções prosseguimento em alguns comandos.

Por fim, o Scroll (“rodinha” do mouse) possui finalidade de manipular a vista do ambiente 3D, com várias interações e possibilidades: Ao clicar e segurá-lo, executará o comando PAN, que trata-se de movimentar a peça pelo plano na área de modelagem; Ao girá-lo, executará o comando ZOOM dentro do plano de modelagem; Ao clicar segurando-o junto com a tecla Shift, ele executa o comando ORBIT, que faz uma rotação 3D da peça; e clicando duas vezes ligeiramente, executará o comando ZOOM ALL, que apresenta um zoom de tudo que estiver no modelo, dentro do plano de visualização da área de modelagem.

AMBIENTE ASSEMBLY

Trata-se do ambiente de montagem do software, onde reuniremos as peças modeladas no ambiente Part, produziremos as interações entre os componentes e “explicaremos” ao software como a física funciona, para gerar simulações físicas ou de movimento.

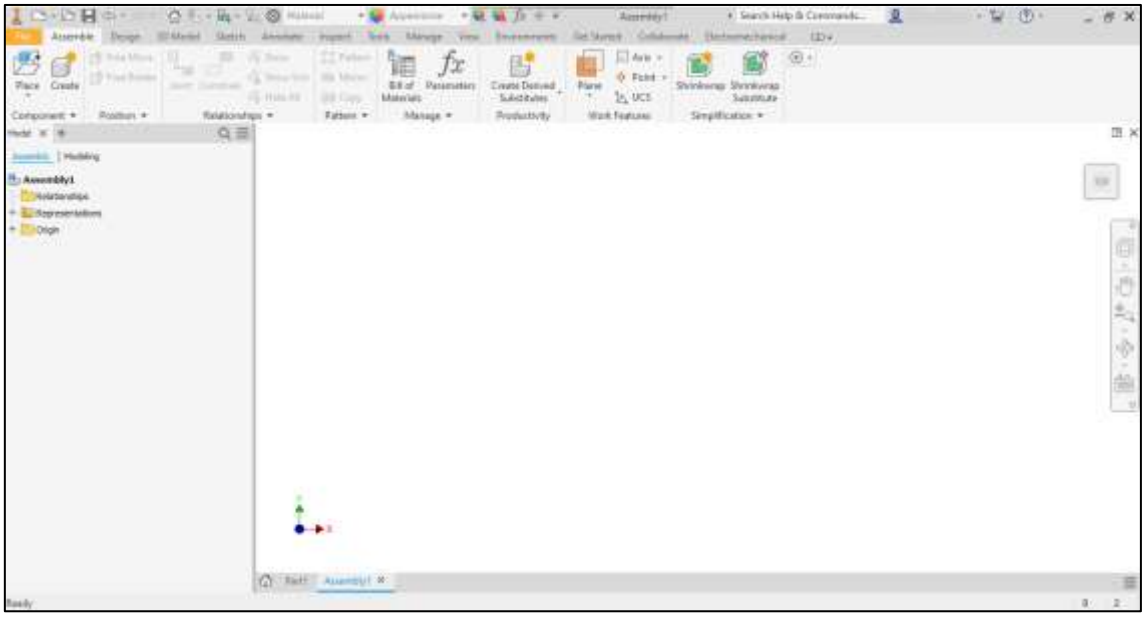


Figura 13 – Tela Inicial do ambiente Assembly.

A interface do ambiente Assembly também possui os recursos do ambiente Part, como as Abas de Ferramentas, a Árvore de Processos, o Cube View, A Navigation Bar e a Área de Modelagem.

A Árvore de Processos do ambiente Assembly funciona um pouco diferente da árvore do ambiente Part, já que a prioridade é exibir os componentes reunidos e suas relações de montagem, enquanto no Part se exibe as ferramentas de construção dos componentes.

2.3. FERRAMENTAS DE TRABALHO PARA OS AMBIENTES PART E ASSEMBLY

Por tratar-se de um software voltado à aplicação da física para engenharia, há vários conceitos de engenharia inerentes à utilização do software. As ferramentas de trabalho são polivalentes e cabe ao usuário selecionar a melhor metodologia para executar cada componente ou montagem. Assim, o mesmo projeto pode ser executado de maneiras diferentes por diferentes pessoas e as ferramentas de trabalho possuem diferentes formas de interação entre si.

Este trabalho tem intuito de estudo da física e, portanto, não faz sentido ser um minicurso de aplicação das ferramentas do software. Optamos por apresentar as ferramentas a serem utilizadas durante o desenvolvimento dos exercícios. A ideia de utilização do software é provar os resultados obtidos via cálculo, simulando seu movimento.

3. QUESTÃO PROBLEMATIZADORA PARA PLANO RETO

Analisando a figura abaixo, qual o módulo da Força resultante F que compete ao corpo A, de massa 5 Kg, se este estiver sujeito a uma aceleração de 2,0 m/s²? Considere atrito desprezível.

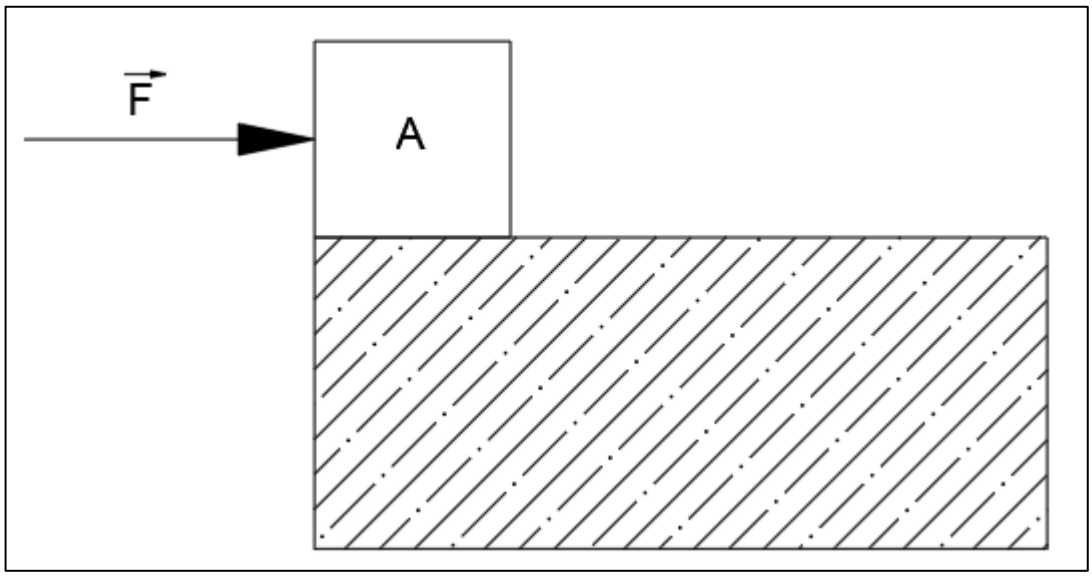


Figura 14 – Questão problematizadora para Plano Reto.

RESOLUÇÃO

Aplicando a 2ª Lei de Newton, podemos obter a seguinte resposta:

m= 5 kg

a = 2,0 m/s²

$$Fr = m * a \longrightarrow Fr = 5 * 2 = 10\ N$$

3.1. VERIFICAÇÃO DOS RESULTADOS VIA INVENTOR

Considerando o intuito do software Inventor, voltado à aplicação da física na engenharia, precisamos imaginar qual(is) as consequências que seriam facilmente observáveis em modelo físico, que possam comprovar os resultados obtidos na resolução.

Logo, devemos propor aos alunos, um raciocínio de contraprova, como por exemplo: “Se um bloco deixado em um plano reto, possuir uma massa de 5 kg, e for submetido à uma aceleração de 2 m/s², como eu poderia provar que isto é equivalente a dizer que há uma força aplicada de 10N?”

A forma sugerida de fazê-lo é construir um modelo com um bloco de peso 5 kg e medir qual a distância que o bloco irá percorrer em um determinado tempo, se aplicada uma força de 10N em sua face.

Perceba que isto gera uma segunda questão problematizadora e amplia o desenvolvimento da questão, possibilitando trabalhar mais conteúdo do que o proposto inicialmente, o que é excelente para o aprendizado dos discentes. Isto decorre, da aplicação prática da física, caso em que os alunos que trabalharão em área de exatas se confortarão em sua vida profissional.

Após deixarmos os alunos pensarem um pouco, considerando que o movimento possui aceleração (logo portanto movimento uniformemente variado - MUV), podemos sugerir a utilização da equação de Toricelli, propondo um determinado tempo de observação para cálculo da velocidade (utilizaremos 1 segundo para facilitar o projeto). Assim, aplicando as fórmulas, temos:

a = 2,0 m/s²;

Δt = 1 s;

V = 2 m/s

$$V^2 = {V_0}^2 + 2 * a * \Delta S \longrightarrow = 2^2 = 0^2 + 2 * 2 * \Delta S \longrightarrow \Delta S = 1\ m$$

Logo, se construirmos um modelo no Inventor, de um bloco em plano reto, com massa de 5 kg e força aplicada de 10N, ao observamos pelo período de 1 segundo ele deverá percorrer a distância de 1 m e isto comprovará que a aceleração aplicada foi de 2 m/s².

3.1.1. CONSTRUINDO O MODELO NO INVENTOR

CRIANDO A PASTA DE PROJETO

a) Na página inicial, após abrir o software, escolha a opção Projects

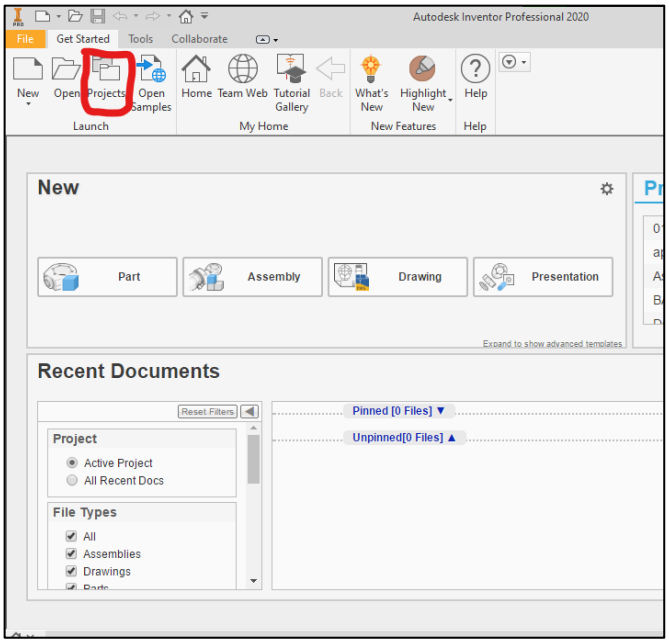


Figura 15 – Criação da pasta de projeto para Plano Reto.

b) No menu que será aberto, escolha a opção New

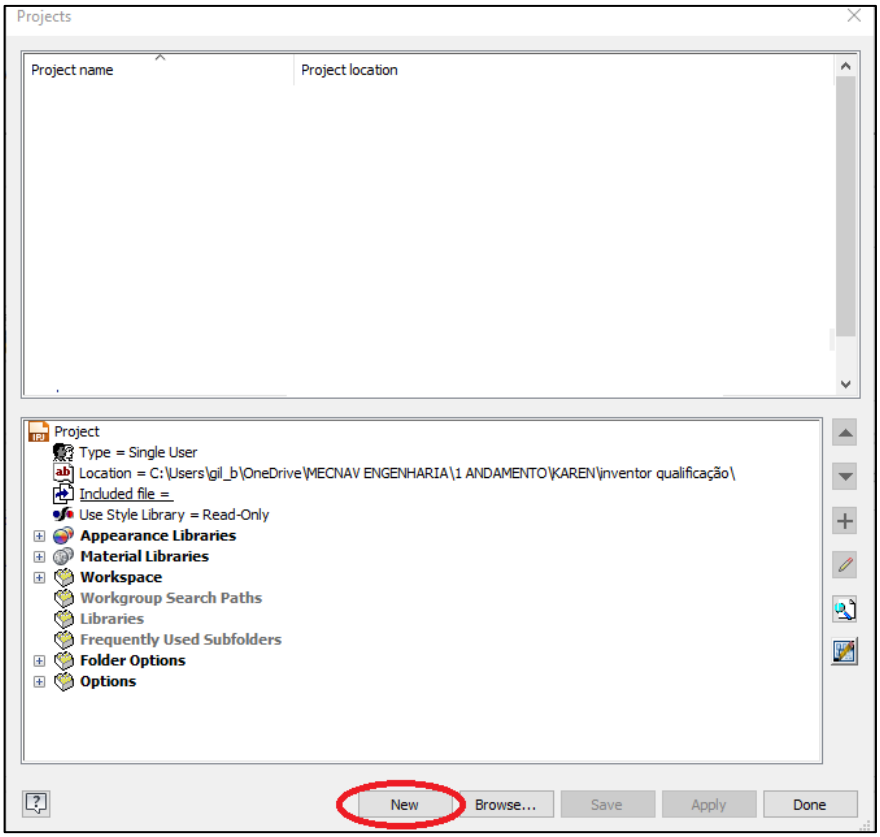


Figura 16 – Opção para criação de uma nova pasta de projeto.

c) Marque a opção New Single User Project, e clique em Next

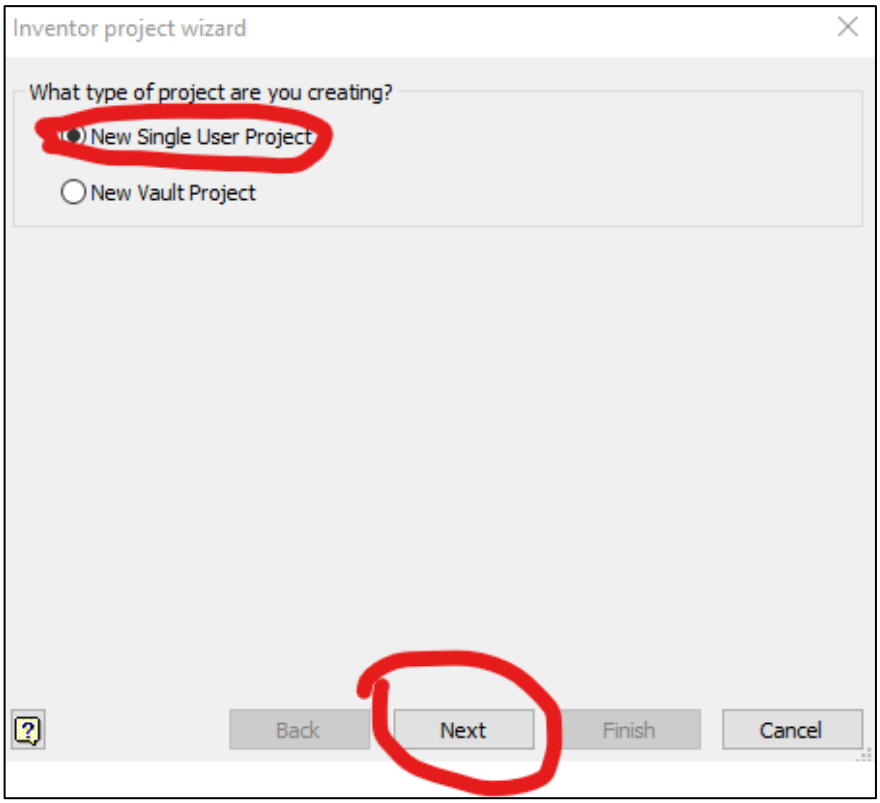


Figura 17 – Opção Single User e Avance.

d) Dê um nome para o projeto e clique na opção reticências. Será aberta uma pop up para seleção da pasta em que o projeto será salvo e clique em OK (recomenda-se criar a pasta anteriormente no Windows). A pop up será fechada e será observado o caminho selecionado (protegemos a informação por motivos de confidencialidade). Então clique em Finish.

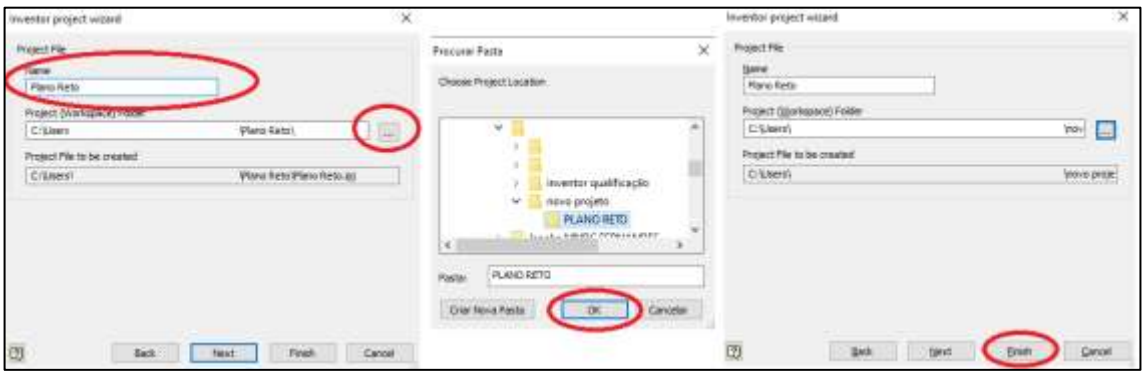


Figura 18 – Nomeie o Projeto, escolha o local de salvamento e finalize.

e) Será observado que o projeto foi criado no menu Projects. O projeto ficará com uma marcação em frente ao seu nome, comprovando que é o projeto em utilização, então clique em Done. Na pasta do projeto, será criado o arquivo com o nome escolhido e a extensão ipj, além da pasta de backup (OldVersions). A partir de agora para abrir o projeto, basta dar um duplo clique no arquivo ipj.

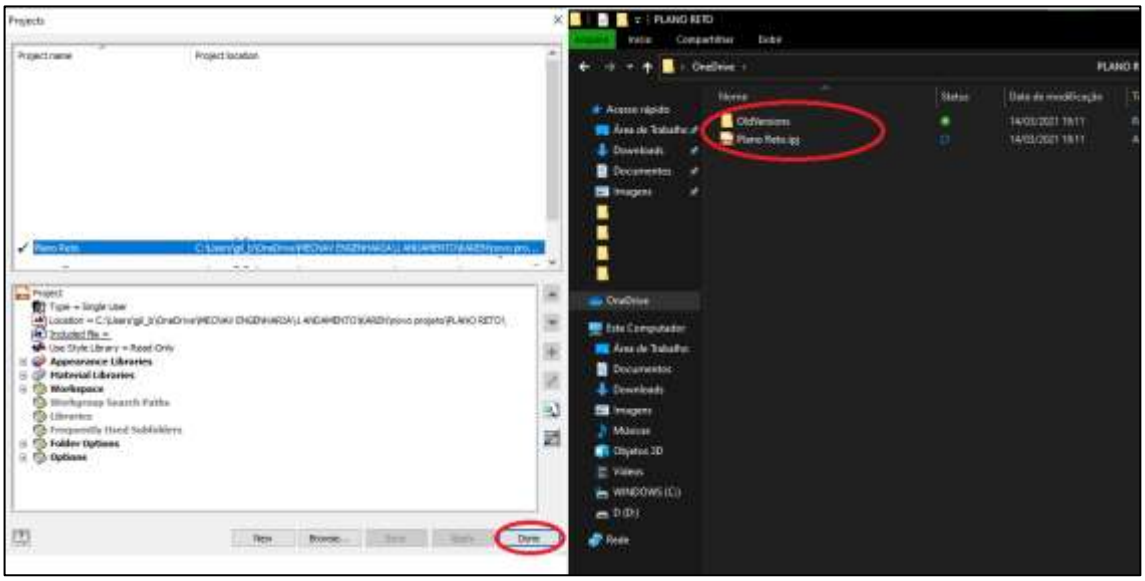


Figura 19 – Projeto criado, clique em Done. Verifique a criação do arquivo na pasta.

CONFIGURAÇÕES INICIAIS

a) Abra o projeto, com um duplo clique no arquivo ipj. Na tela do software, selecione a opção New.

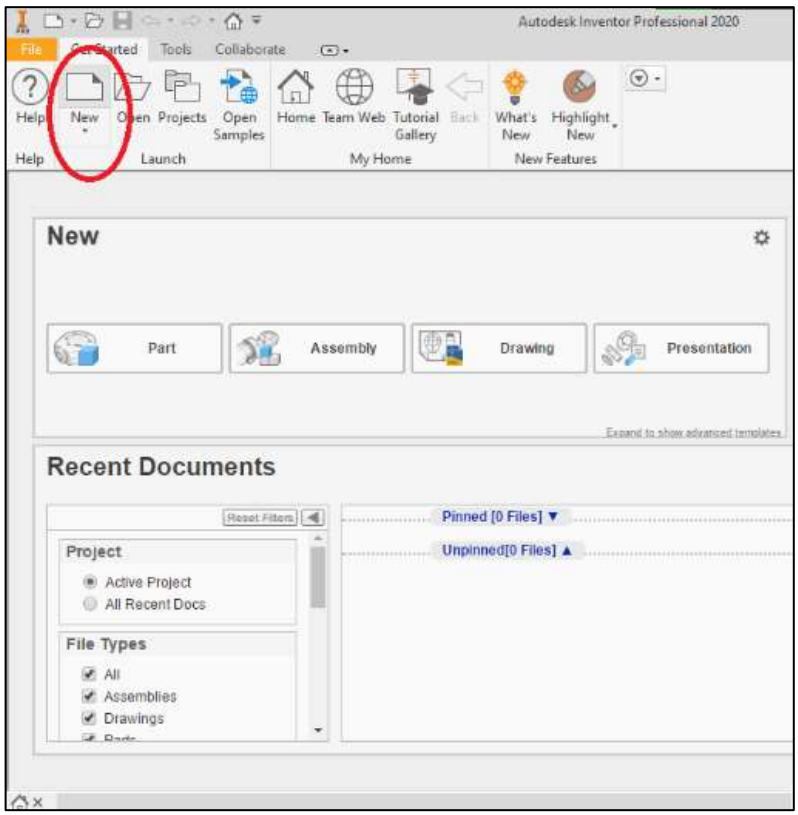


Figura 20 – Abra o projeto e selecione a opção New.

b) Na Pop Up que será aberta, amplie as opções de template (em-US) e selecione a opção Metric. Abaixo, confirme se o arquivo de projeto está correto. Acima, no menu de contexto Part, escolha (com um duplo clique) a opção Standard em mm

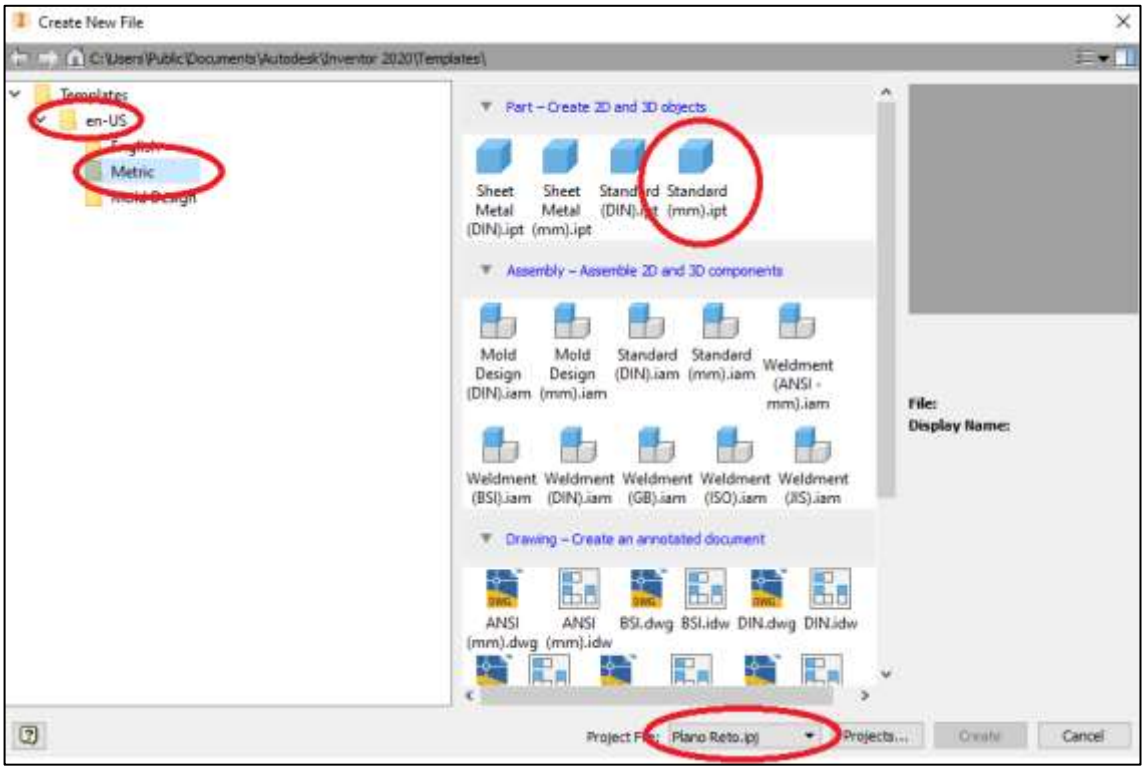


Figura 21 – Amplie os templates, selecione Metric, confira o projeto e dê duplo clique em Standard (mm).

c) Na tela inicial, navegue até a aba Tools, e clique em application Options

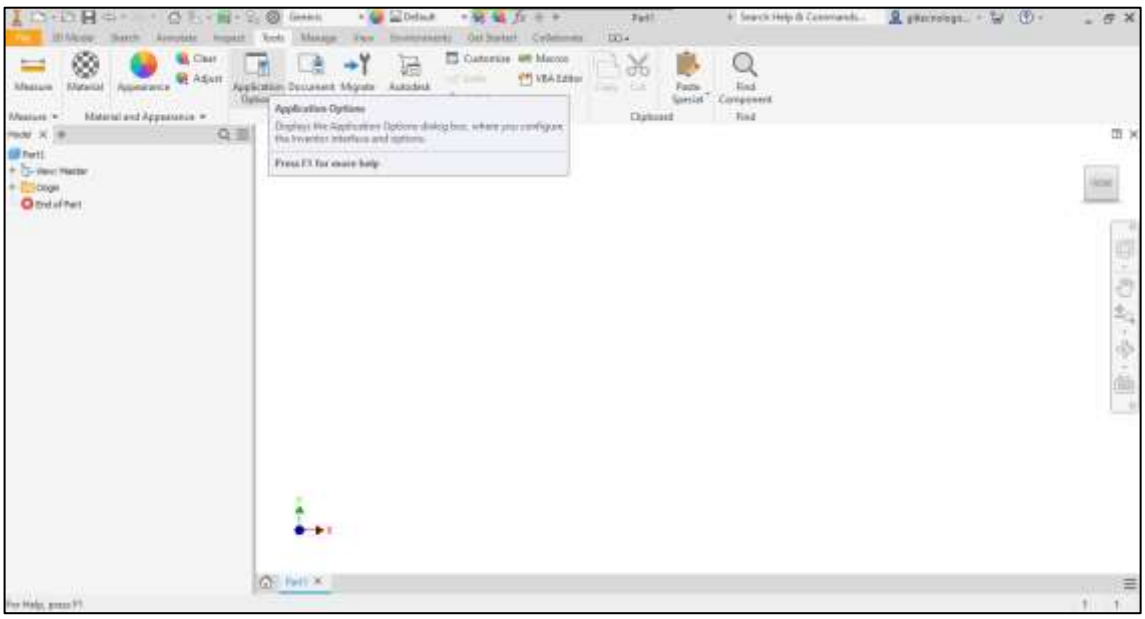


Figura 22 – Selecione Application Options.

d) No menu que será aberto, faremos alterações em duas abas: Colors e Display. Na primeira, selecione a opção Presentation e 1 Color (isto deixará o plano de fundo idêntico ao nosso trabalho. Na segunda, marque as opções Reverse Direction e Zoom to Cursor. Então, clique em OK.

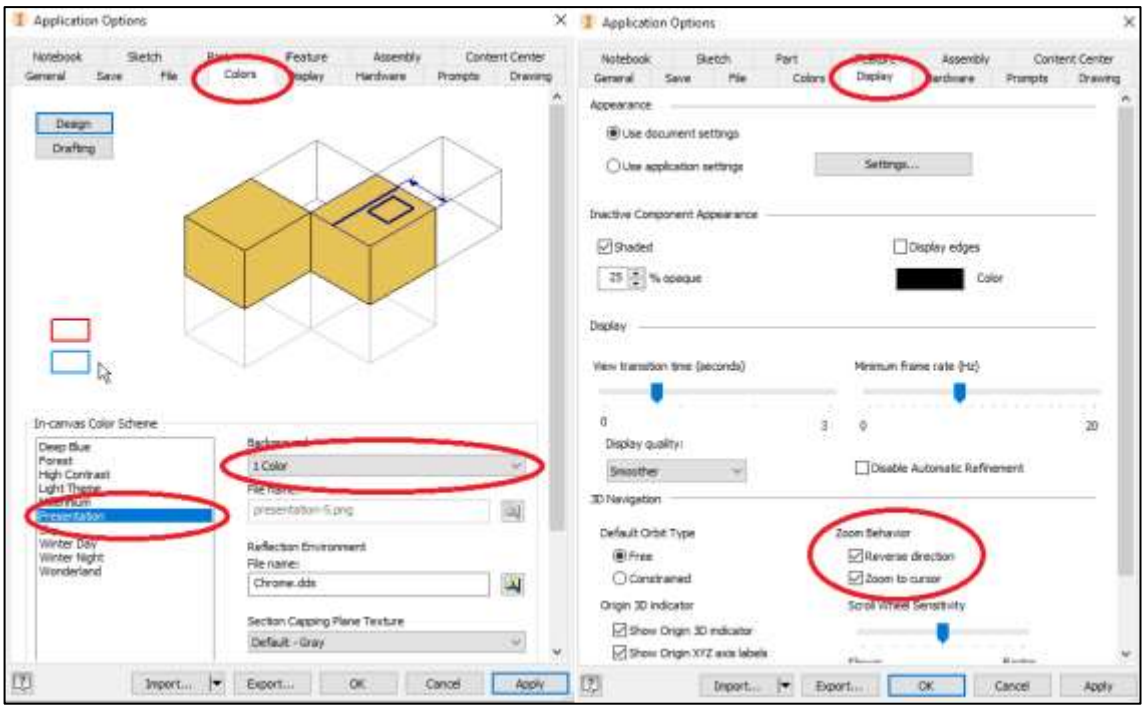


Figura 23 – Aba Color, Presentation e 1 Color. Aba Display, Reverse Direction e Zoom to Cursor.

CRIANDO OS COMPONENTES DO PLANO RETO

Incialmente precisaremos criar os 2 componentes, plano reto e bloco de 5 kg. Como queremos verificar uma distância percorrida de 2m (2.000 mm na unidade do software), optamos por fazer o plano reto como um bloco com dimensões de 6.000 x 1.500 x 1.500 mm. Para melhor visualizar o bloco, o faremos com dimensões 500 x 500 x 500 mm. Aqui temos mais uma oportunidade de aprendizagem com os alunos, perguntando qual seria a densidade do material de um bloco com as dimensões 500 x 500 x 500 mm, para que o peso seja 5 kg.

Procedimentos Bloco do Plano Reto:

a) Após abrir o projeto e escolher a opção Part (ver configurações iniciais), selecione a opção 2D Sketch. Aparecerão os planos básicos da modelagem, e a visualização mudará para projeção ortogonal.

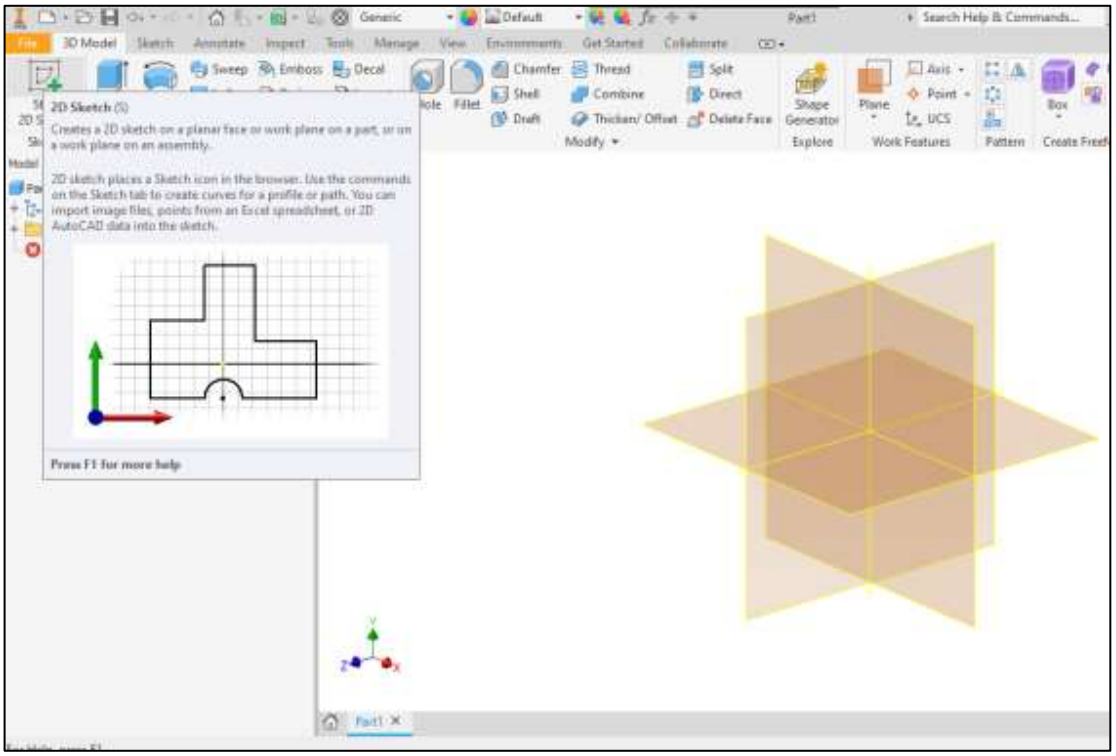


Figura 24 – Selecione 2D Sketch.

b) Selecione o Plano XY de trabalho.

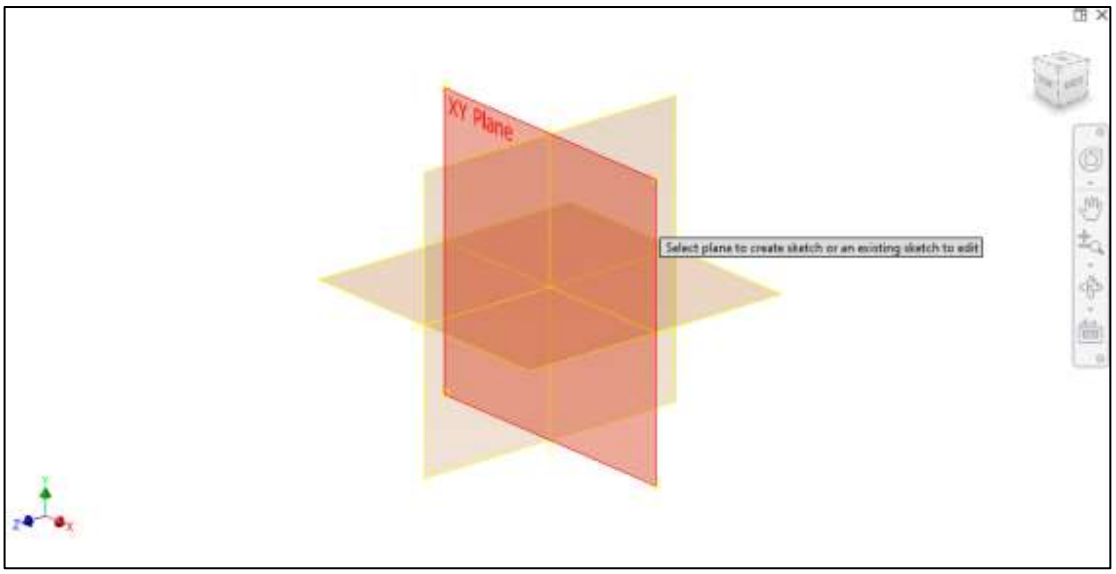


Figura 25 – Selecione o Plano XY de trabalho.

c) Será observado que o projeto mudará para a Aba Sketch. Na árvore de processos, ficará habilitado somente a opção do Sketch1 (que está em desenvolvimento) e os demais ficarão congelados (em cor cinza). Somente após selecionar Finish Sketch, retornaremos à Página Inicial (não faça isto agora!).

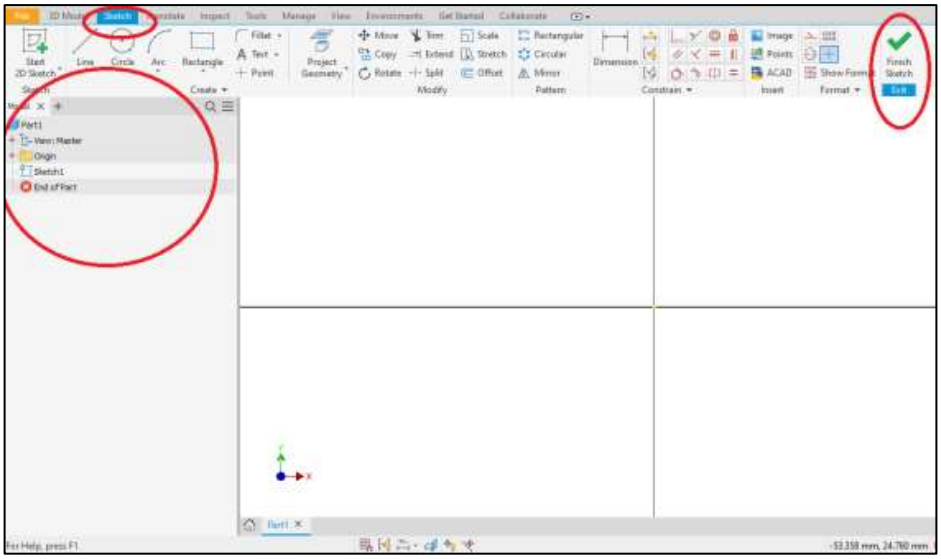


Figura 26 – Demonstração do ambiente de desenho.

d) Agora faremos a seção do componente a ser criado. Para isto, selecione a opção rectangle, clicando na seta de contexto e na 3ª opção (Two Point Center). Está opção irá criar um retângulo selecionando seu centro e desenvolvendo suas dimensões de aresta.

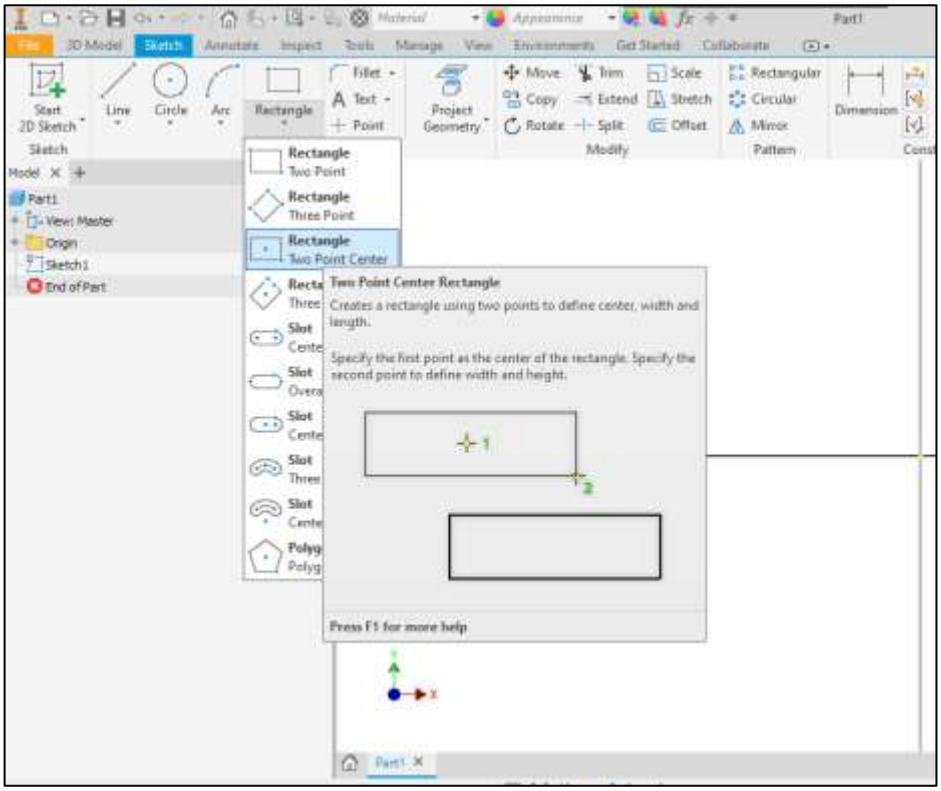


Figura 27 – Opção Rectangle, Two Point Center.

e) Ao aproximar-se da coordenada 0,0, devido a um recurso nativo do software chamada “magnetismo”, o cursor mudará de cor e será atraído para o ponto existente. Clique com o botão esquerdo, solte e movimente o mouse. Será observado a criação de um retângulo com dimensões quaisquer.

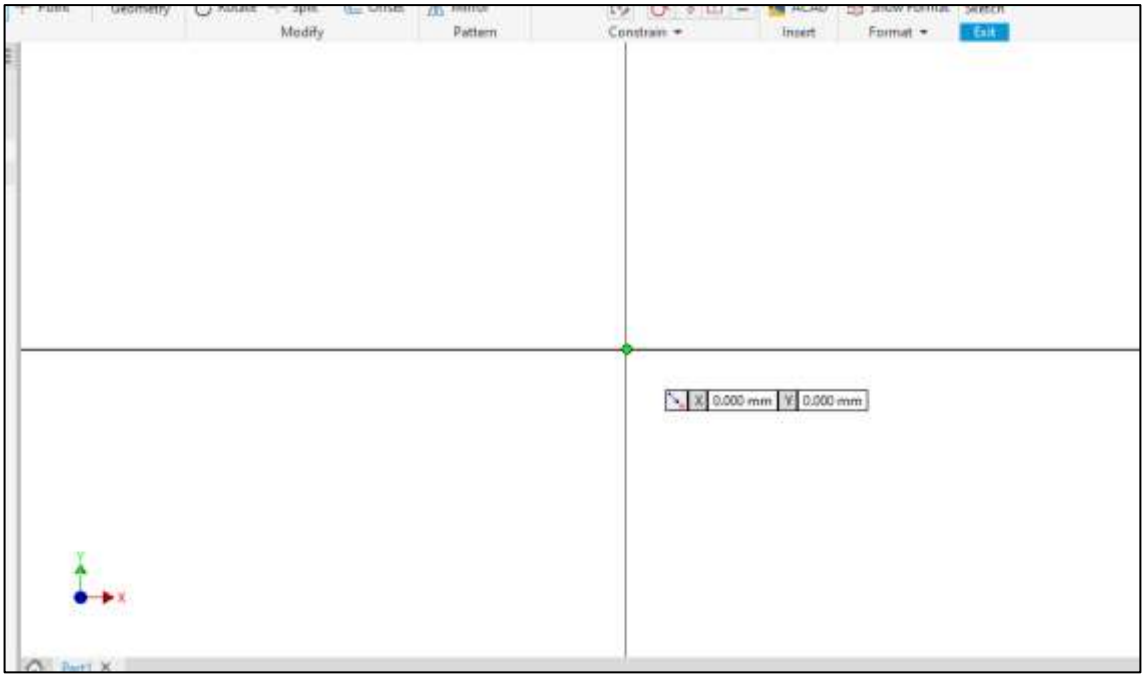


Figura 28 – Magnetismo para coordenada 0,0.

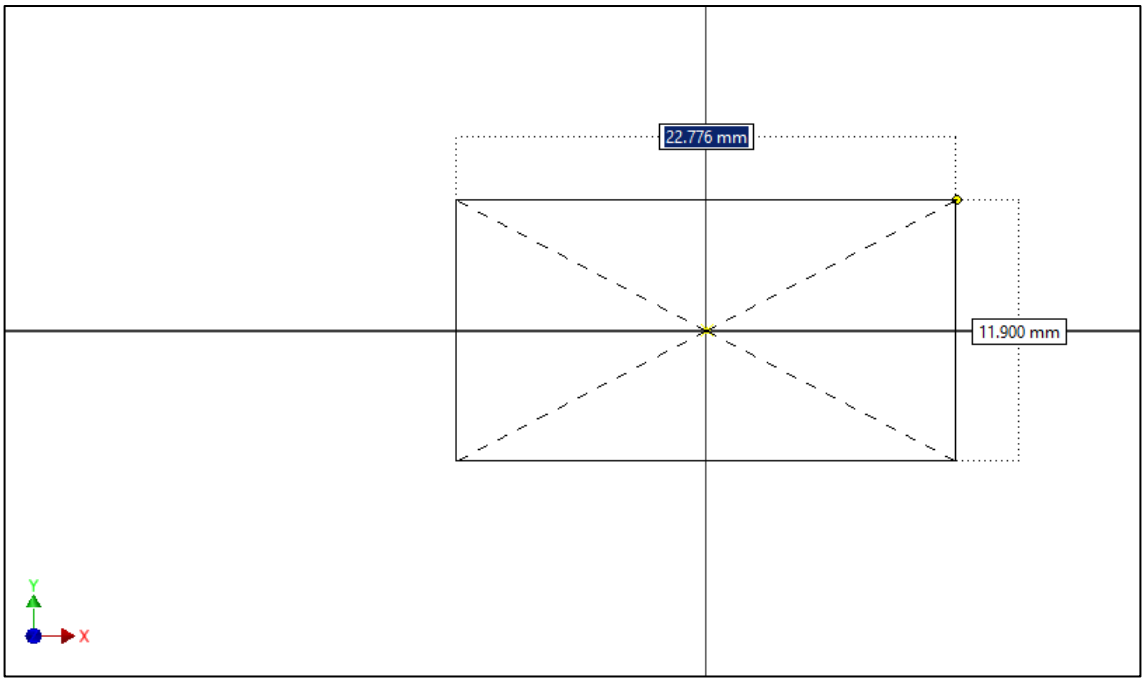


Figura 29 – Retângulo sendo criado.

f) O inventor possuí modo de desenho livre. Isto quer dizer que ao desenhar o objeto, não é necessário fazê-lo com precisão de dimensões. Podemos fazer um retângulo de dimensões quaisquer e após isto, definir quais serão suas medidas. Clique em qualquer ponto da tela, apenas para criar o retângulo.

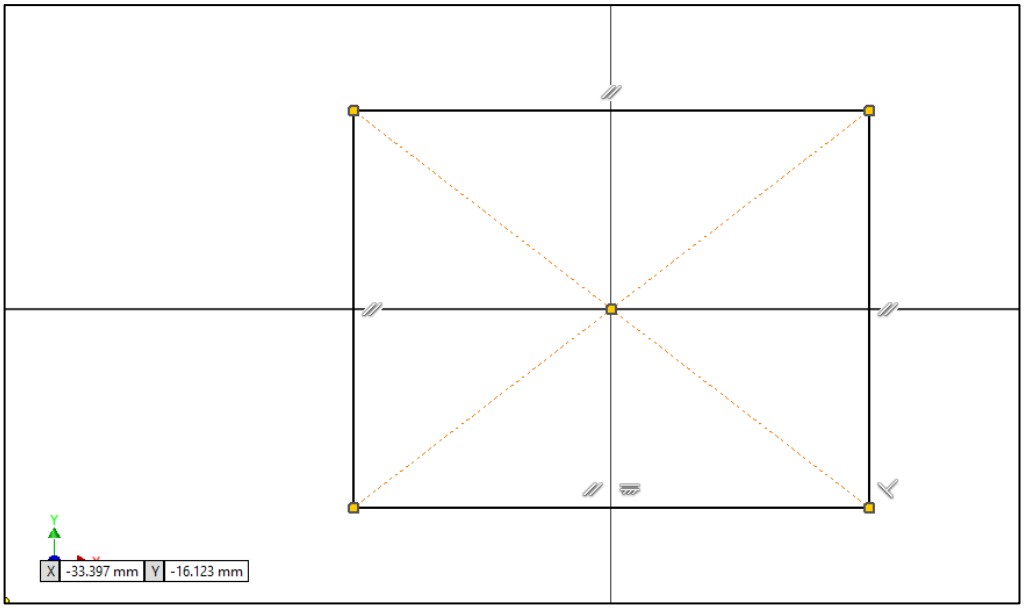


Figura 30 – Retângulo criado com dimensões quaisquer.

g) Para atribuir as dimensões, selecionamos a opção dimensions.

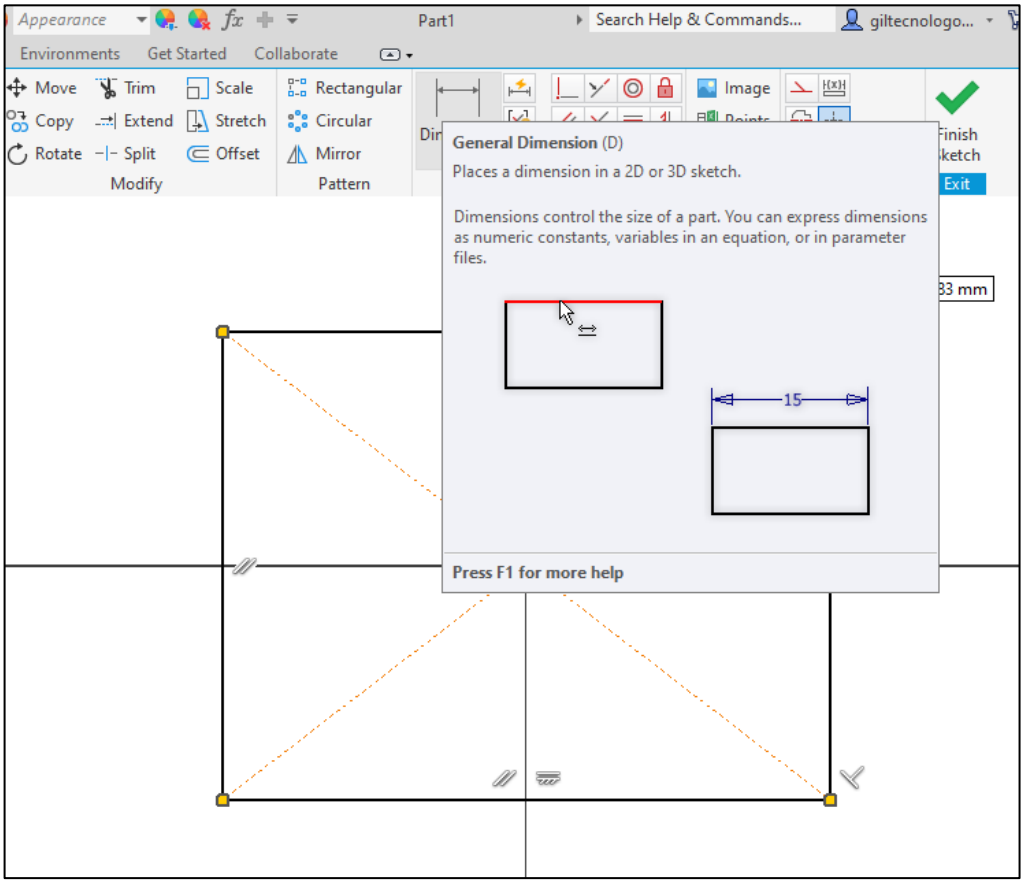


Figura 31 – Opção Dimensions.

h) Com a opção dimensions habilitada, ao levar o mouse próximo à aresta, notaremos que ela mudará para vermelho. Então clique com o botão esquerdo e solte, movendo o mouse para o lado, você verá surgirá uma cota com a dimensão atribuída aleatoriamente no item f).

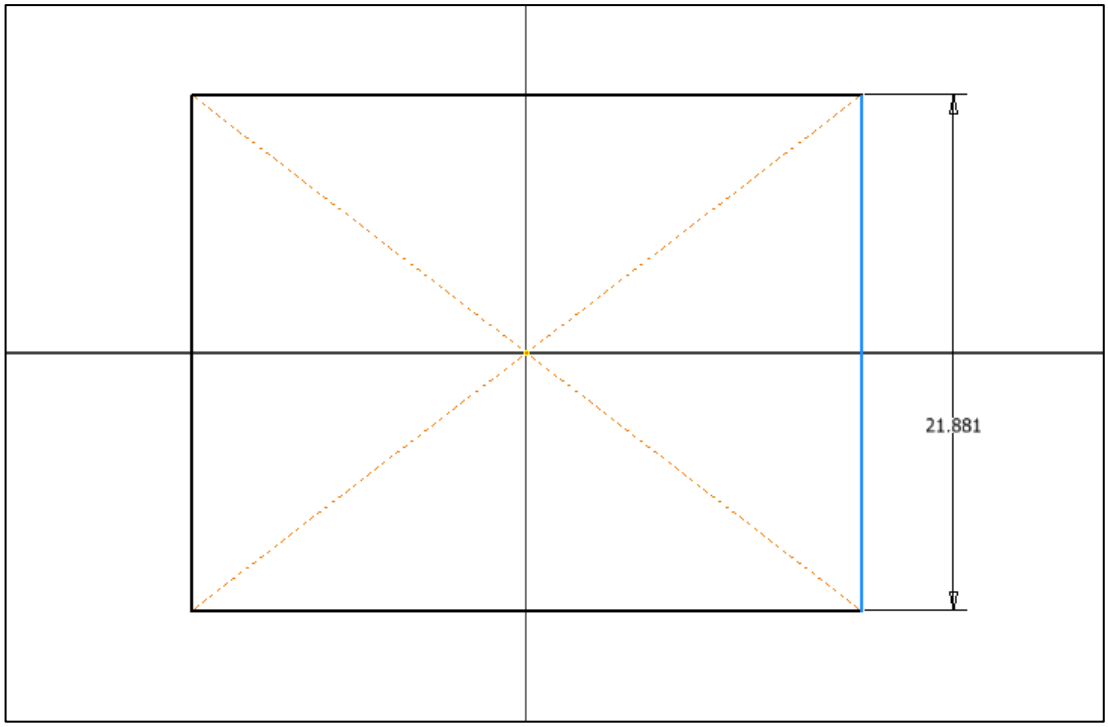


Figura 32 – Criando Dimension.

i) Clique e solte com o botão esquerdo. Aparecerá o valor da cota para edição. Digite a dimensão da altura do bloco de base para o plano reto (1500 mm) e aperte Enter. Não se assuste, o zoom irá alterar... basta rotacionar o scrool do mouse para uma ampliação melhor do componente.

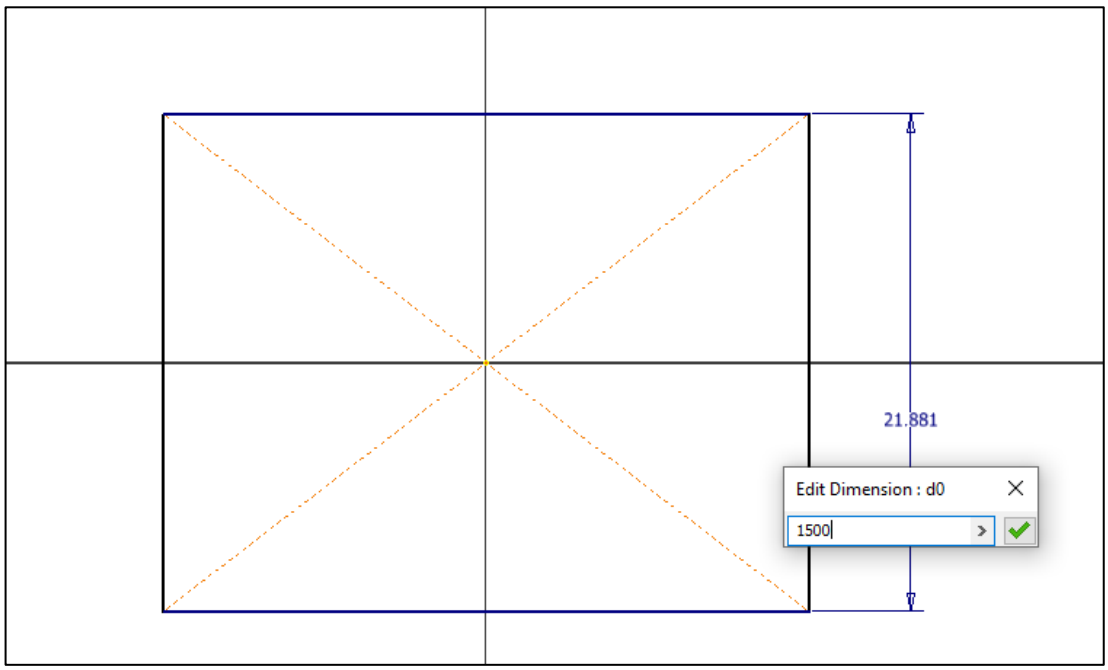


Figura 33 – Determinando a cota para altura do bloco.

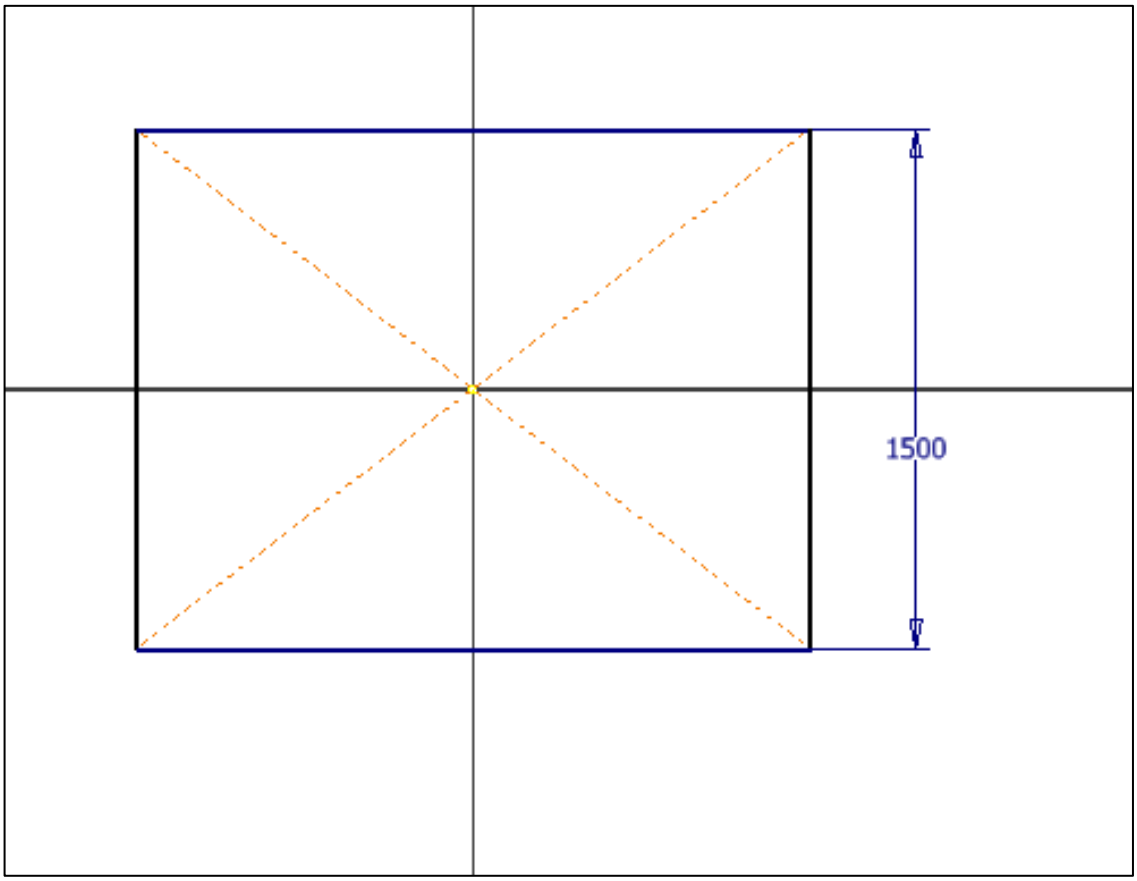


Figura 34 – Dimensão da altura criada.

j) Repita os procedimentos de g) até i) para definição da largura, 1500 mm. Você notará que as arestas ficarão em cor azul.

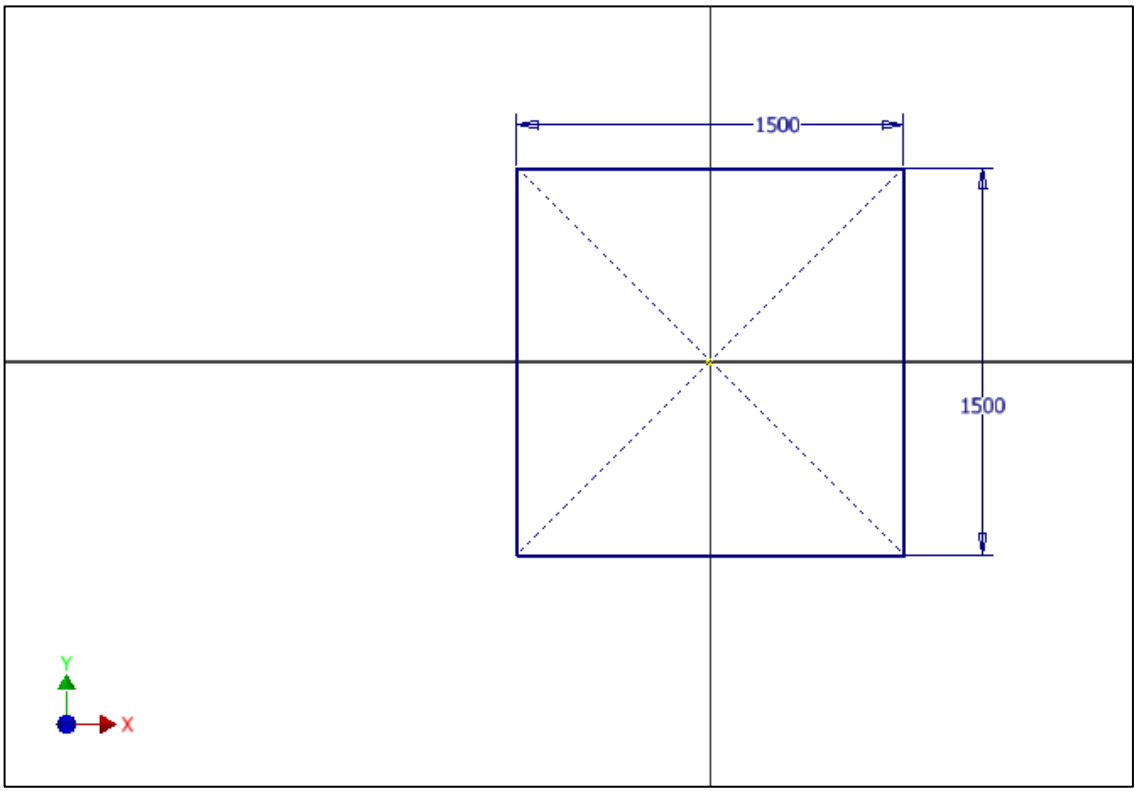


Figura 35 – Ambas as dimensões criadas.

k) Para sair do comando Dimensions, aperte a tecla Esc do teclado. Então Finalize o Sketch. Não se assuste, possivelmente o zoom ficará fora de padrão, basta utilizar o scrool do mouse.

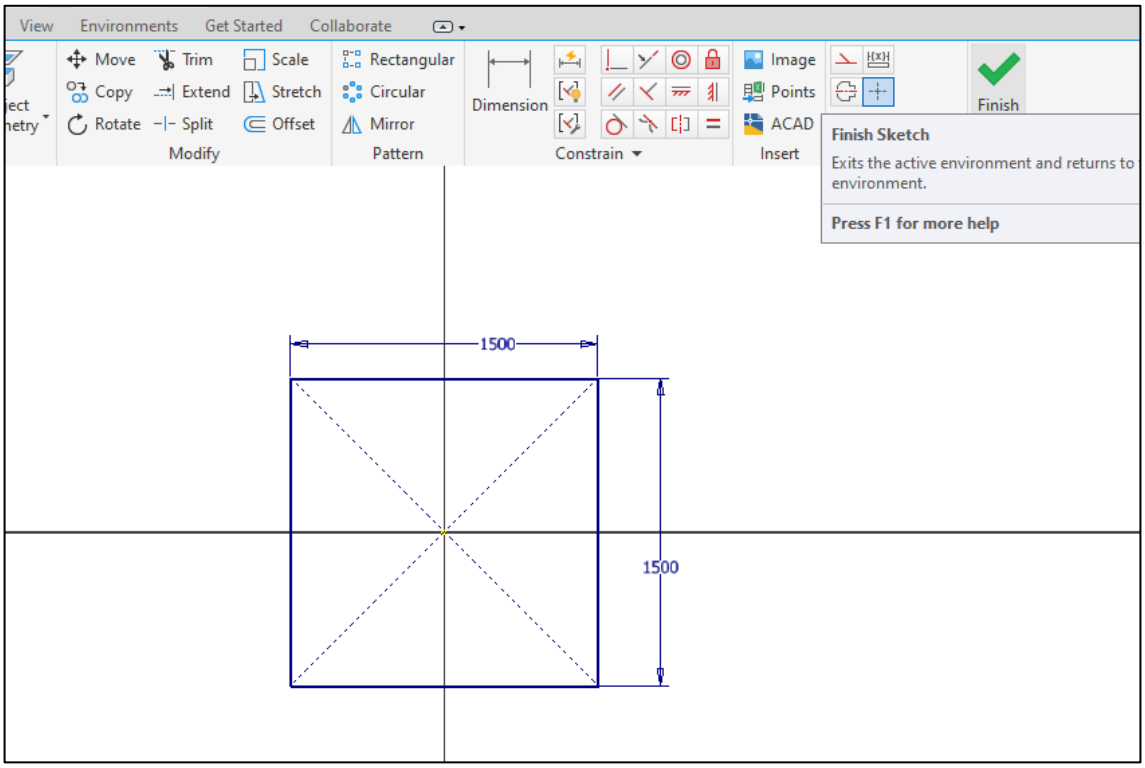


Figura 36 – Finalizando o desenho.

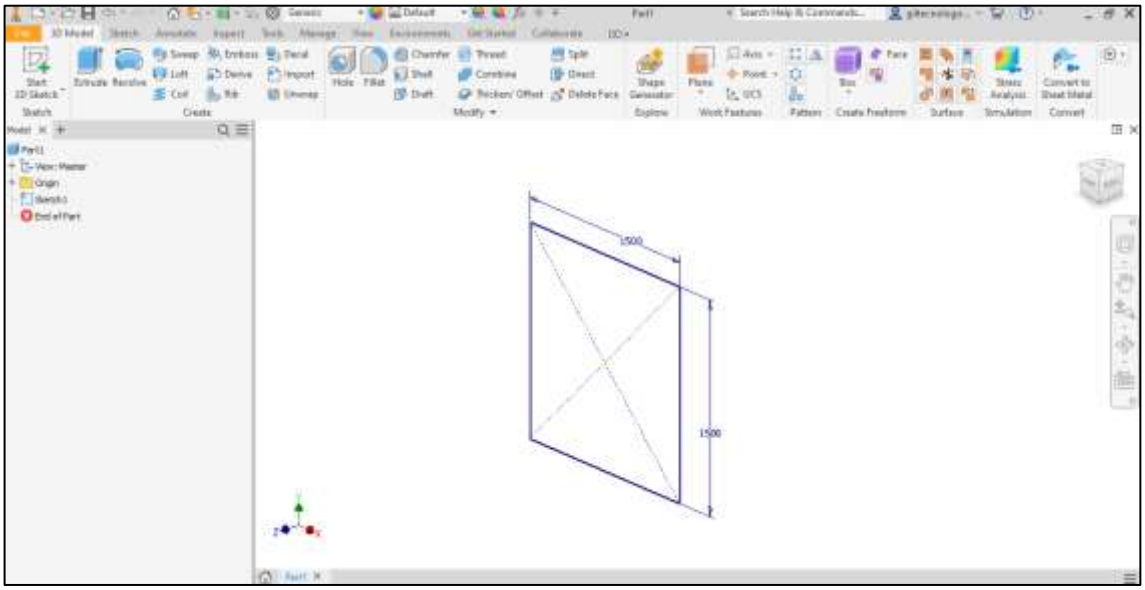


Figura 37 – Retorno à tela principal do ambiente Part com o desenho criado.

l) Agora, iremos transformar a figura plana em um sólido geométrico. Para isto, utilizaremos a opção Extrude, na aba 3D Model.

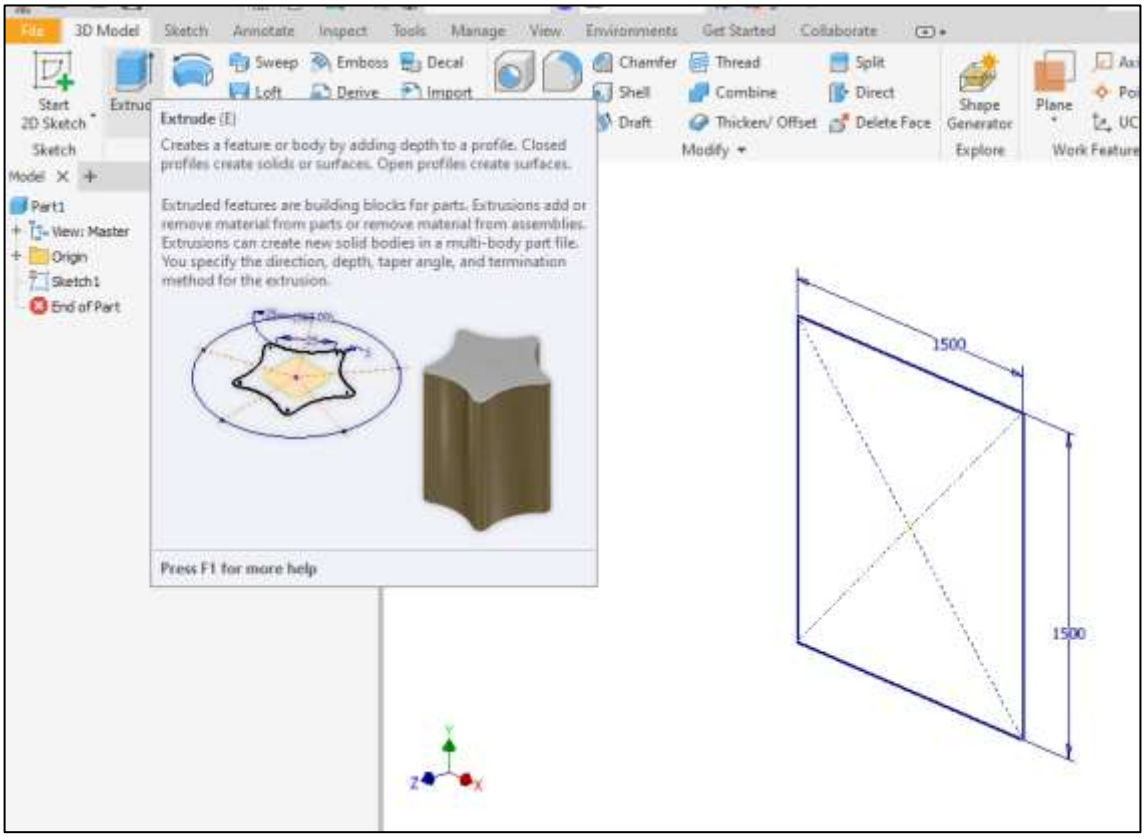


Figura 38 – Selecione a opção Extrude.

m) Haverá uma Pop Up referente ao Extrude. Marque a opção para extrudar pelo plano de centro e insira a dimensão do comprimento do bloco, 6000 mm e dê OK. Para poder observar o bloco, ajuste o zoom com o Scrool.

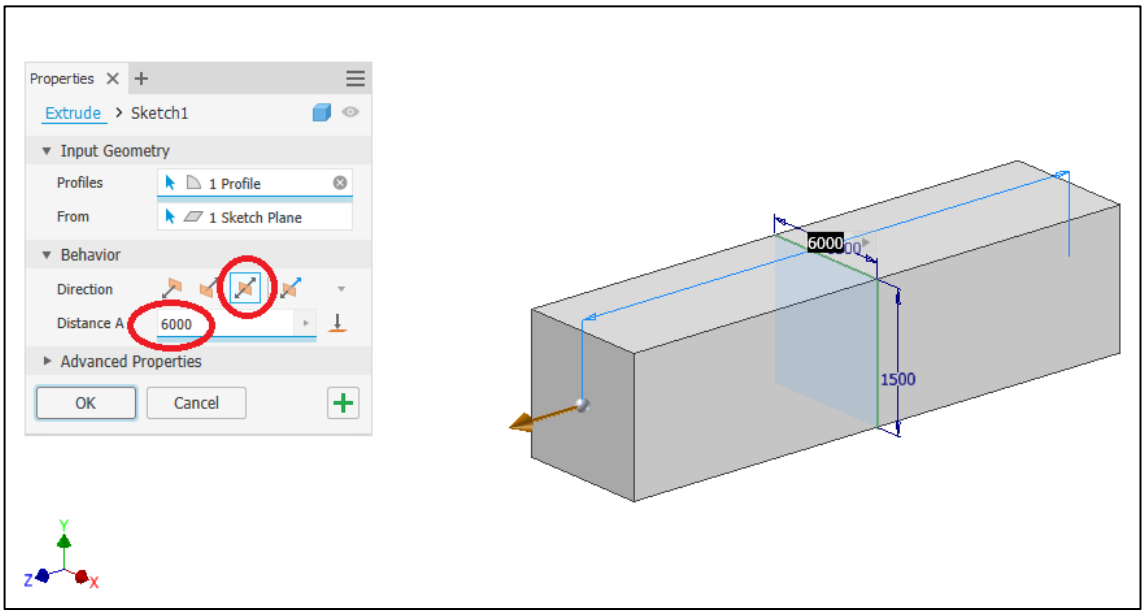


Figura 39 – Executando o Extrude.

n) Você pode modificar a cor de seu componente. Para isto, basta clicar na paleta de cores e selecionar. Utilizaremos a cor “Smooth – Black”, mas sugerimos apenas que sejam escolhidas cores contrastantes.

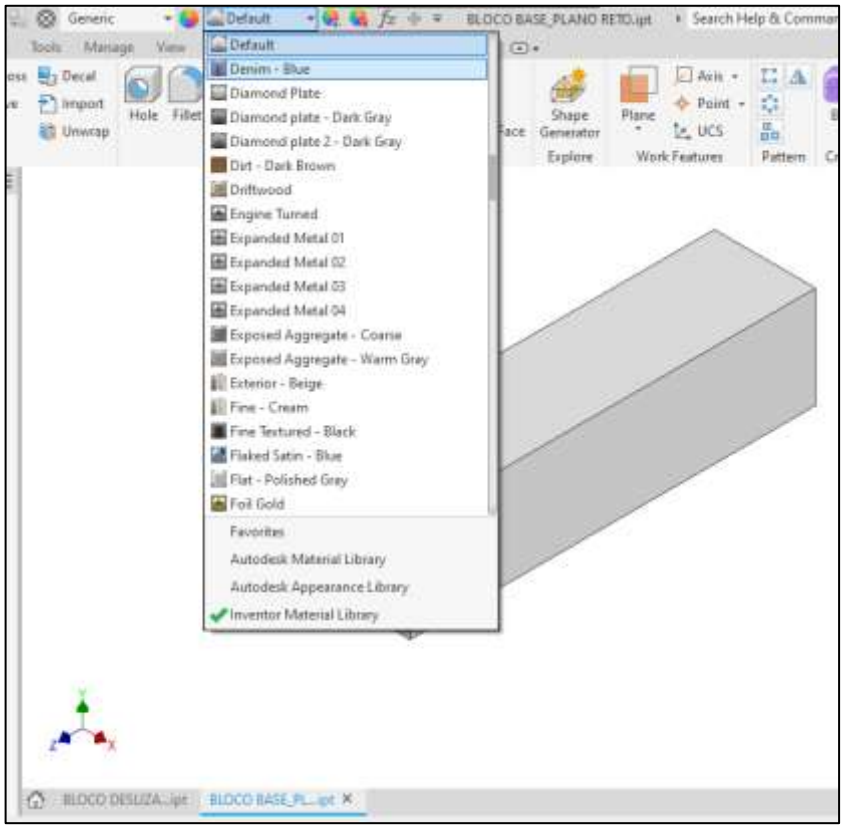


Figura 40 – Selecionando uma nova cor.

o) Para finalizar, salve o componente clicando no disquete da barra superior. Será aberta uma Pop Up que já estará na pasta onde o arquivo do projeto estiver salvo. Dê um nome para o arquivo, sugerimos “BLOCO BASE_PLANO RETO”.

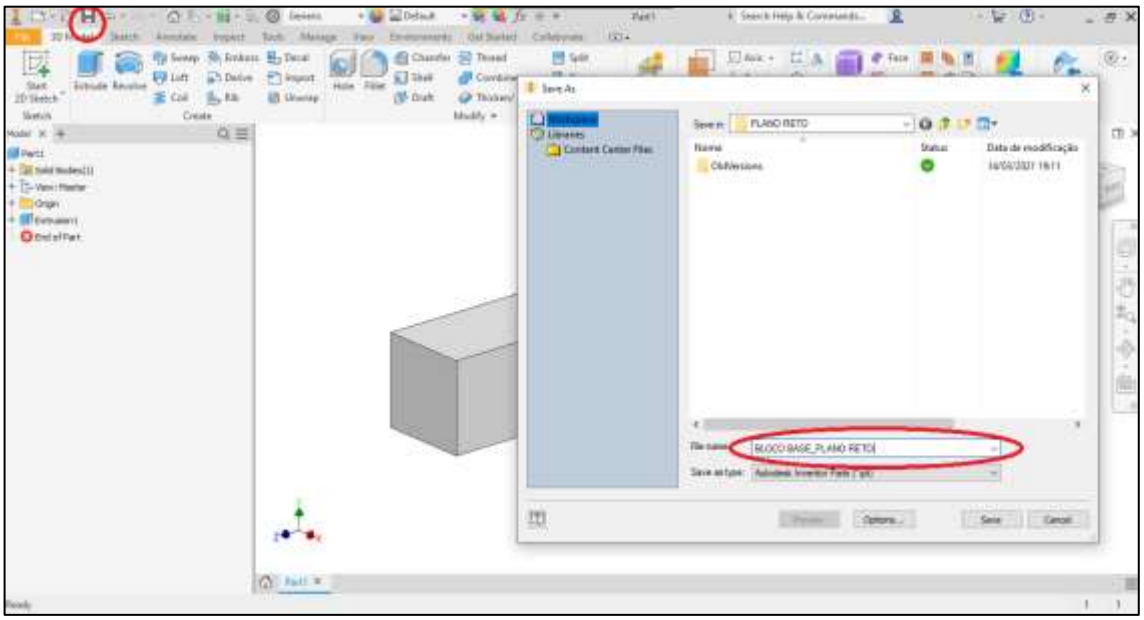


Figura 41 – Salvando o Bloco base do Plano Reto.

Para criação do bloco que irá movimentar-se (dimensões 500 x 500 x 500 mm), repita todos os procedimentos para criação do bloco base, alterando apenas as dimensões nos itens i), j) e m). Antes de salvar o arquivo, iremos apenas atribuir a massa ao bloco, que será relevante para a simulação.

Para atribuir a massa, na Árvore de Processos, clique com o botão direito sobre o nome do arquivo Part (provavelmente Part2). No menu de contexto que irá se abrir, selecione a opção iProperties.

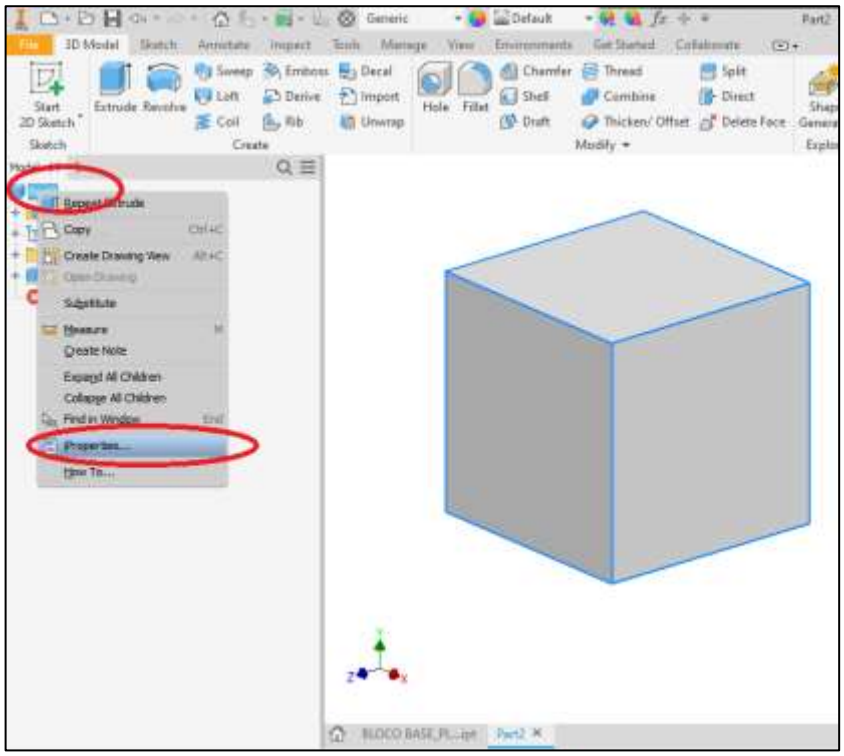


Figura 42 – Para atribuir a massa, selecione iProperties.

Na Pop Up que irá se abrir, selecione a aba Physical e clique em Mass. Digite o valor 5 (5 kg) e dê Enter. As características do componente irão se alterar. Note que a densidade também será calculada automaticamente. Após isto, a Pop Up poderá ser fechada.

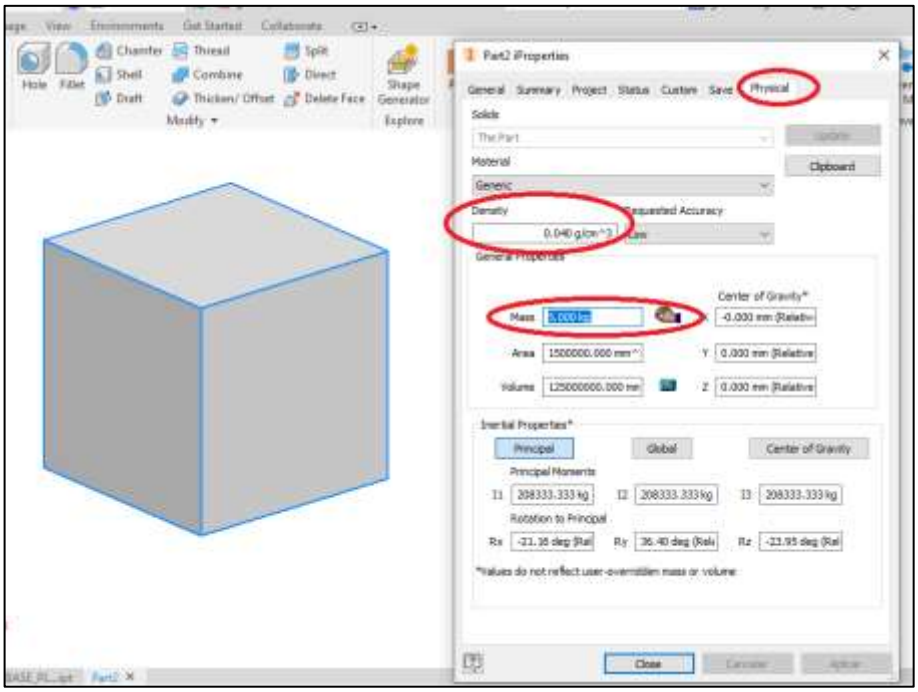


Figura 43 – Atribuição da Massa ao bloco.

Agora salve o arquivo, de maneira análoga ao procedimento o) da criação do bloco base, sugerimos “BLOCO DESLIZANTE_PLANO RETO”. Note que parte inferior do software aparecem os componentes que foram criados. Você pode navegar pelos arquivos abertos (semelhante às planilhas do Microsoft Excel).

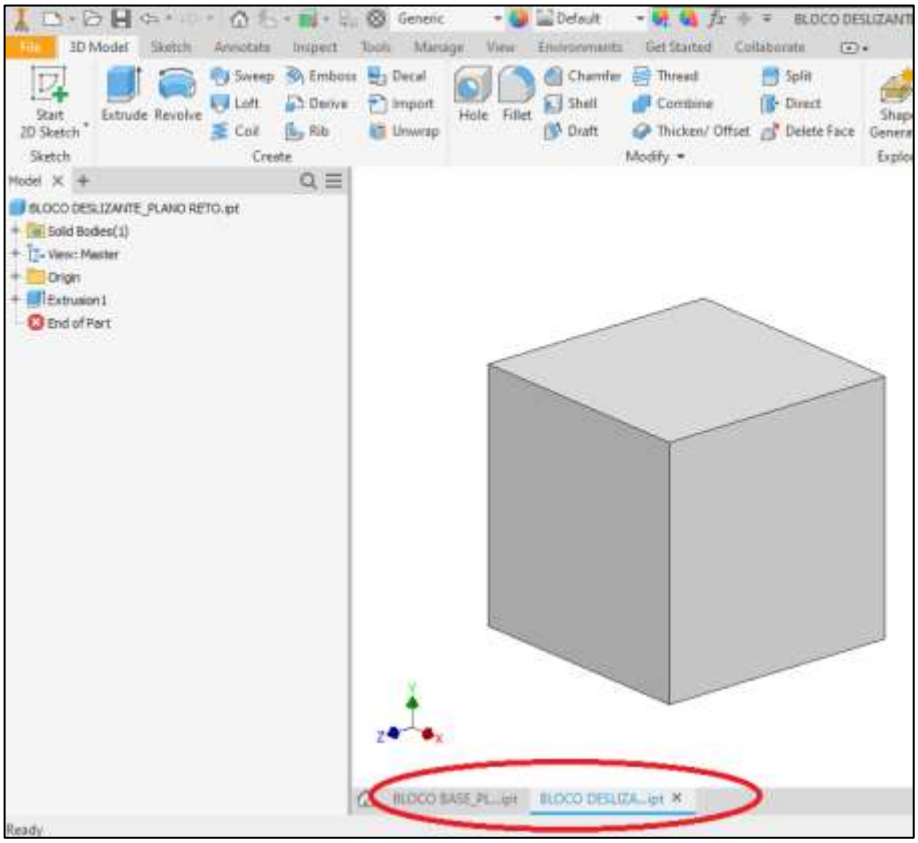


Figura 44 – Navegação dos arquivos já criados.

3.1.2. MONTANDO O MODELO NO INVENTOR

a) Clique no botão New na barra superior do software (caso o projeto não esteja aberto, abra com um duplo clique no arquivo ipj).

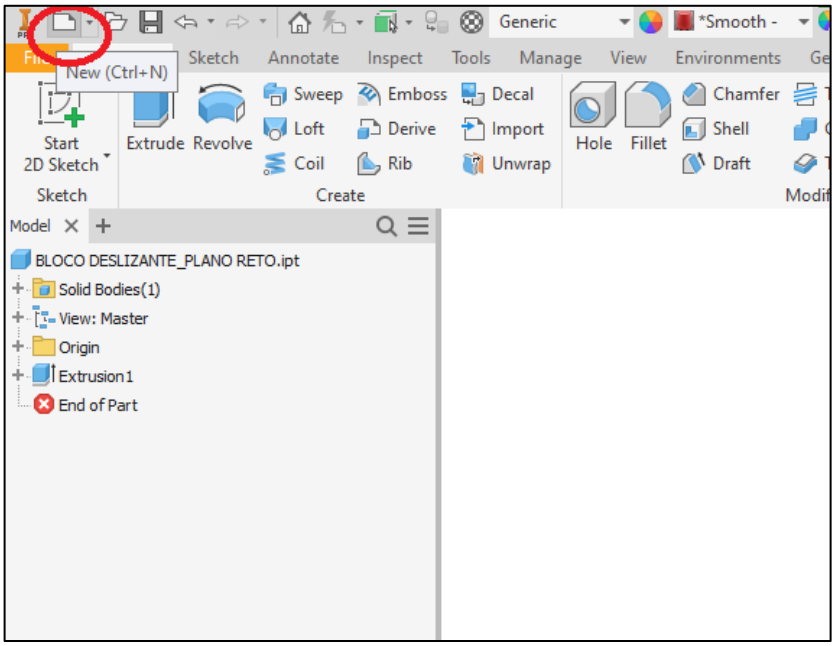


Figura 45 – Clique no botão New.

b) Na Pop Up que irá se abrir, verifique se você está no template metric e no arquivo de projeto correto. Dê um duplo clique em “Standard (mm)”, dentro da guia Assembly.

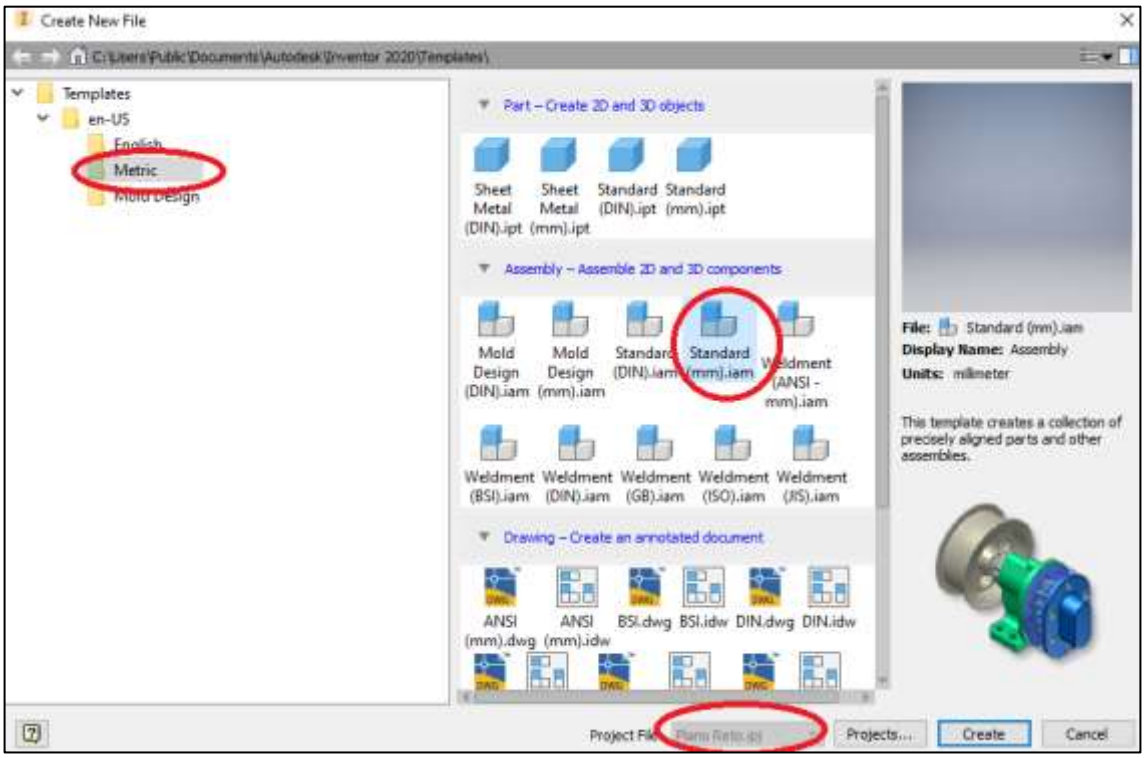


Figura 46 – Selecionando a opção Assembly.

c) Na tela inicial do ambiente Assembly, aba assemble, clique na seta de seleção e escolha a opção Place.

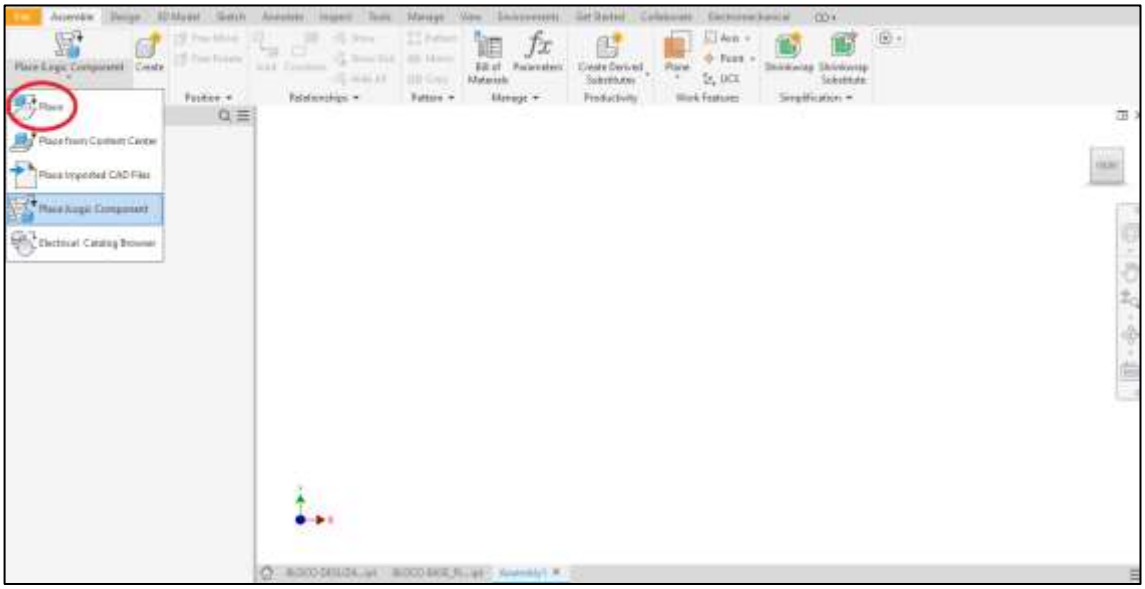


Figura 47 – Opção Place.

d) Quando selecionar Place, abrirá uma Pop Up e será possível visualizar os componentes modelados. Iniciaremos com o Bloco de Base.

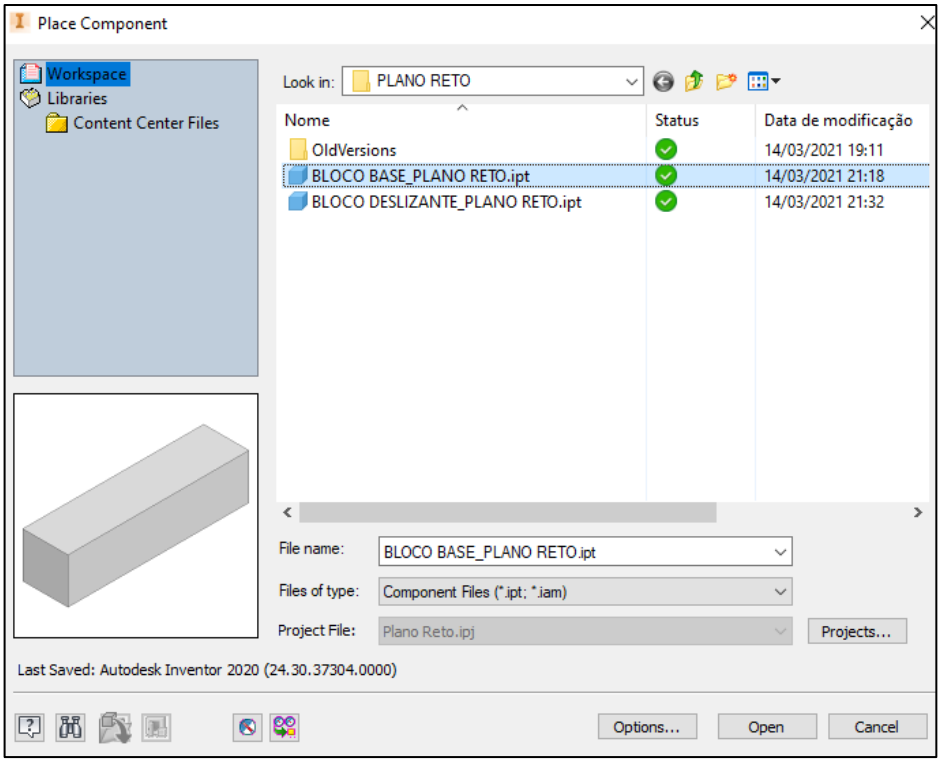


Figura 48 – Selecionando Bloco de Base.

e) O zoom mudará, basta ajustá-lo como scroll do mouse. Clique com o botão direito e selecione a opção “Place Grounded at Origin”. Isto fara com que o eixo 0,0,0 do componente fique na mesma posição do eixo 0,0,0 do ambiente de montagem e será importante para a simulação.

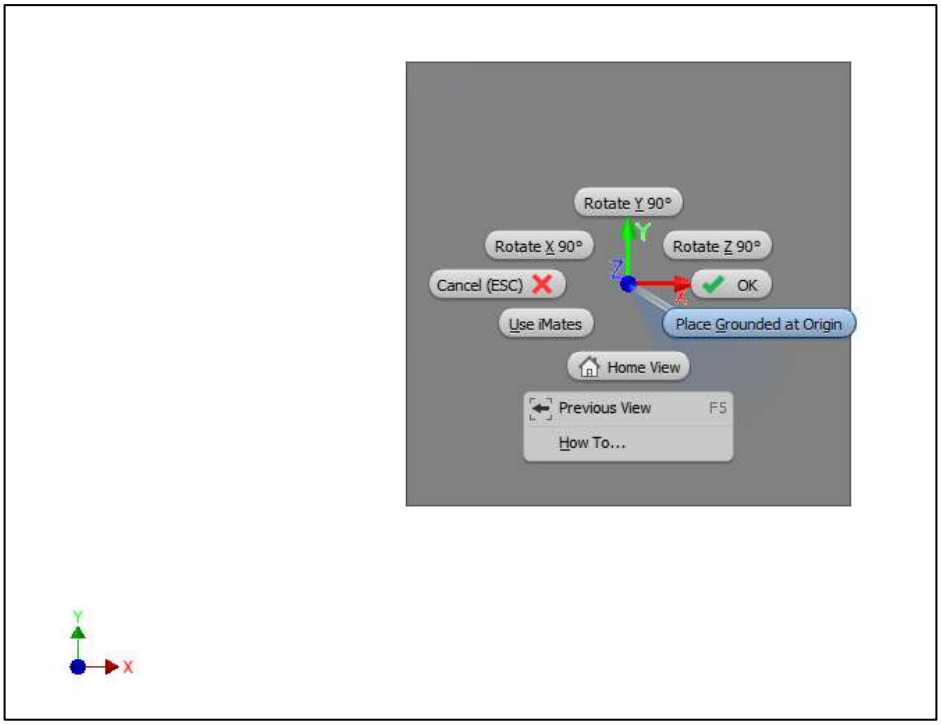


Figura 49 – Inserindo a primeira peça na montagem.

f) Possivelmente o componente estará fora de posição. Para ajustar, selecione as arestas do Cube View até ficar na perspectiva ortogonal. Também poderá ser utilizada a ferramenta ORBIT para fazer rotação 3D (relembrando, para utilizá-lo, segure a tecla Shift do Teclado e clique e seguro o scroll do mouse).

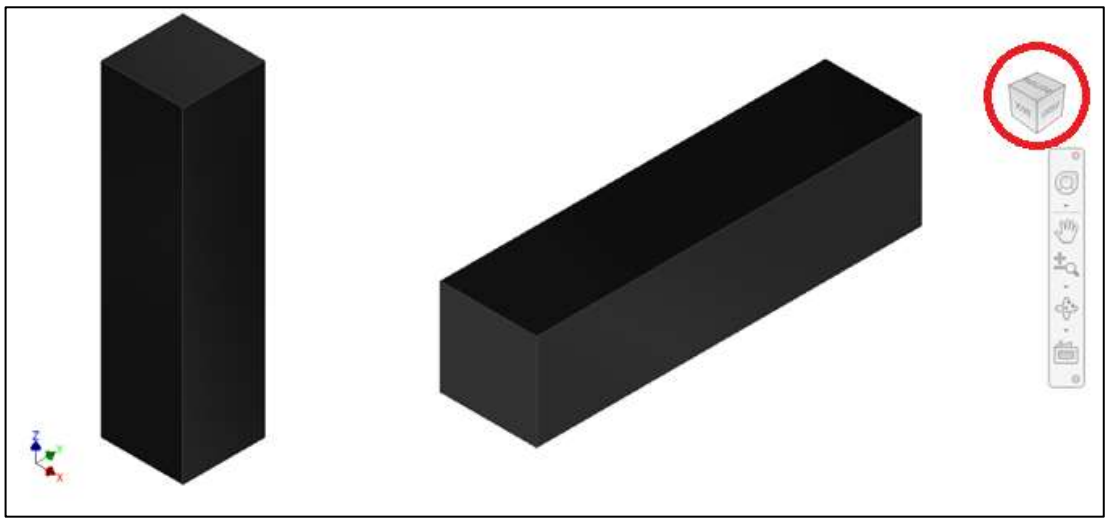


Figura 50 – Bloco de base na posição de projeção ortogonal.

g) Para inserir o segundo componente, repita os procedimentos de a) à d). O procedimento e) não será repetido, pois teremos apenas um componente na origem. Agora basta dar um duplo clique no arquivo.

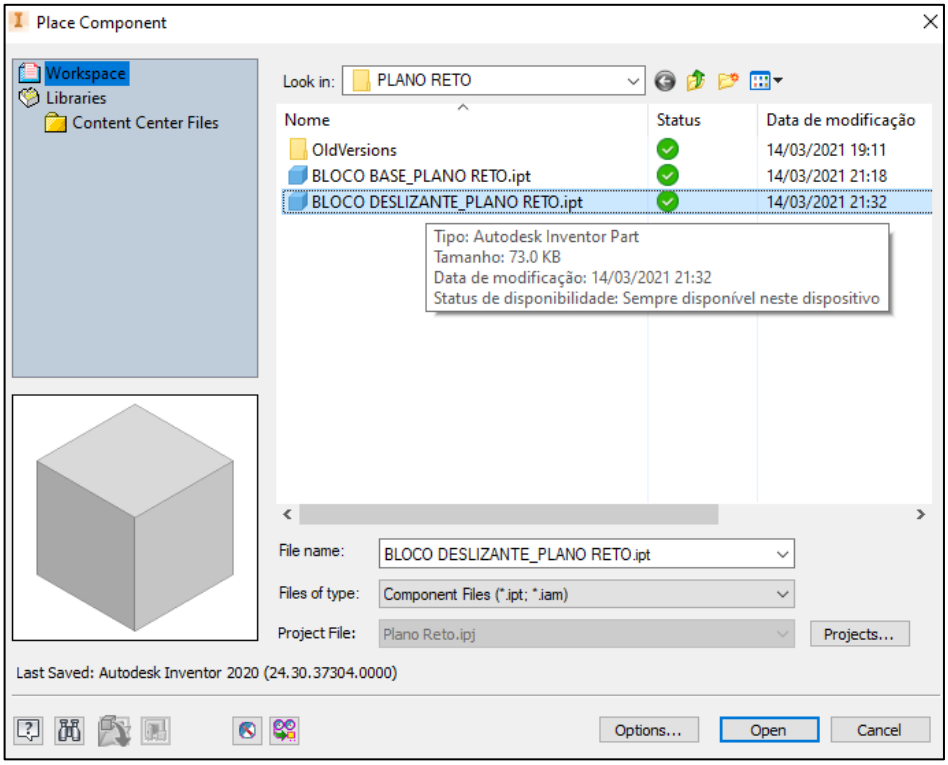


Figura 51 – Selecionando o Bloco Deslizante.

h) O componente aparecerá na tela. Basta dar um clique simples com o botão esquerdo do mouse. Após clicar, o componente ficará como um “fantasma”. Se houver mais cliques, o software irá inserir mais cópias do componente. Aperte o botão Esc para sair do comando.

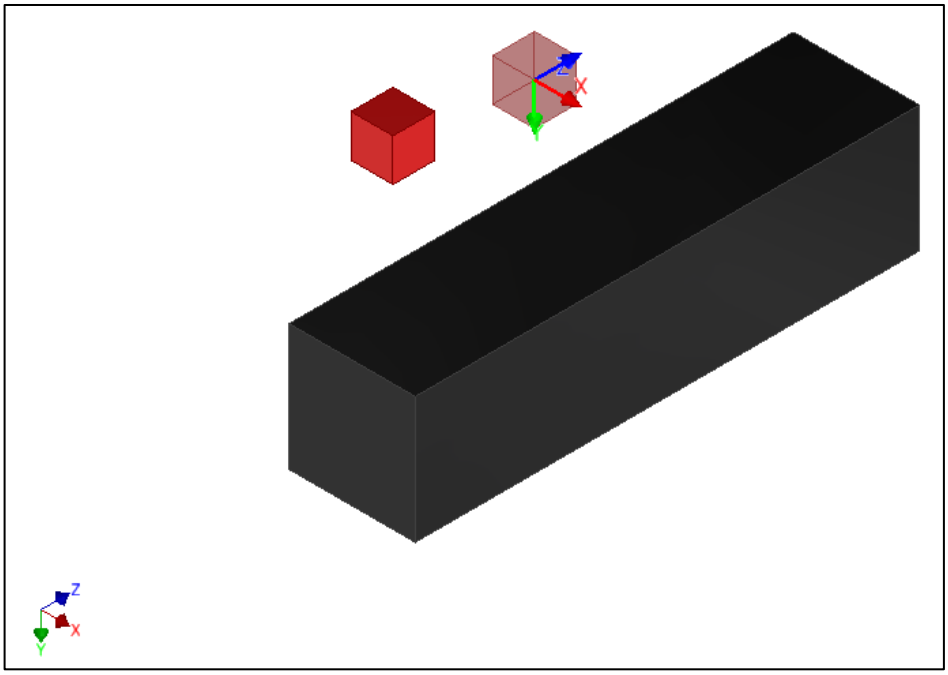


Figura 52 – Inserção do Bloco Deslizante.

i) O próximo passo, é explicar as relações e graus de liberdade do bloco deslizante com o bloco de base para o software. Toda peça possui 3 graus de liberdade e logo precisamos “travar” os movimentos. Iniciaremos com a ferramenta Constrain.

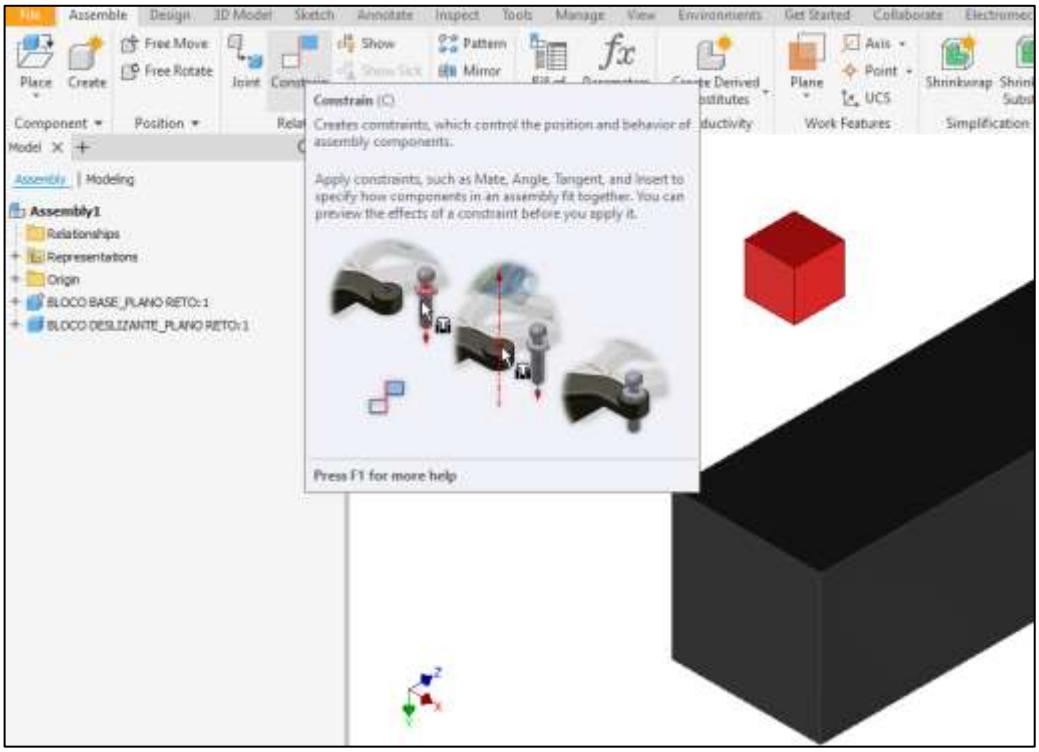


Figura 53 – Comando Constrain.

j) Selecione uma face do bloco de base e após isto selecione uma face do bloco deslizante. Após isto, clique em OK.

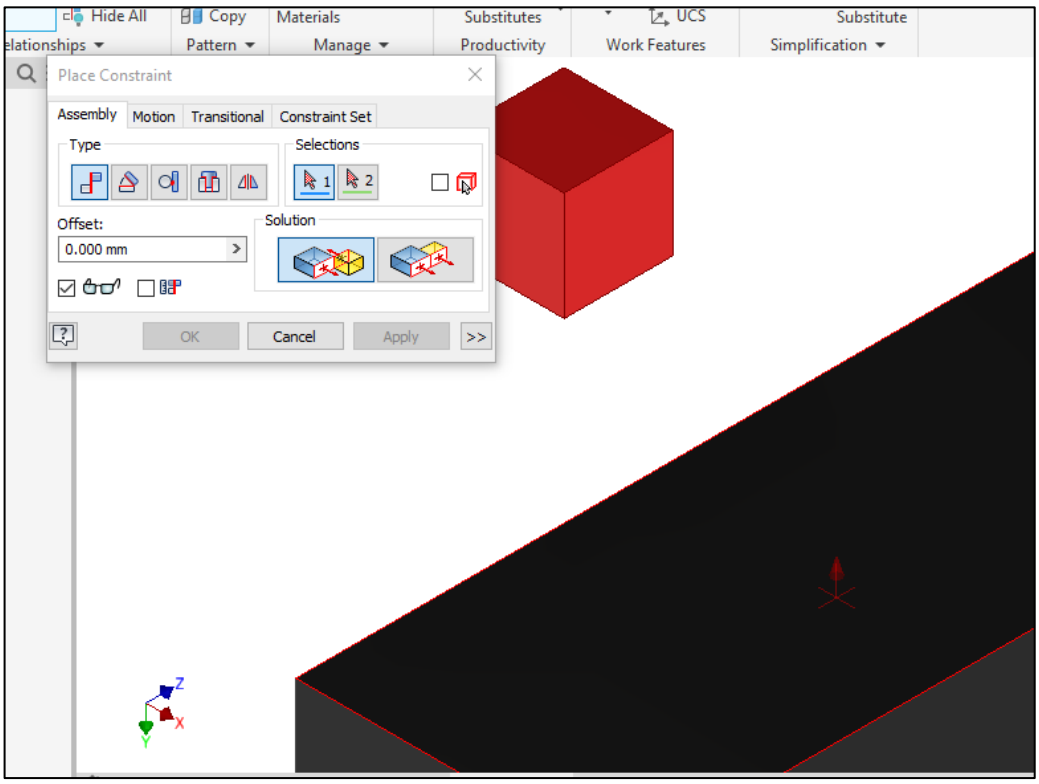


Figura 54 – Selecione a face superior do bloco de base.

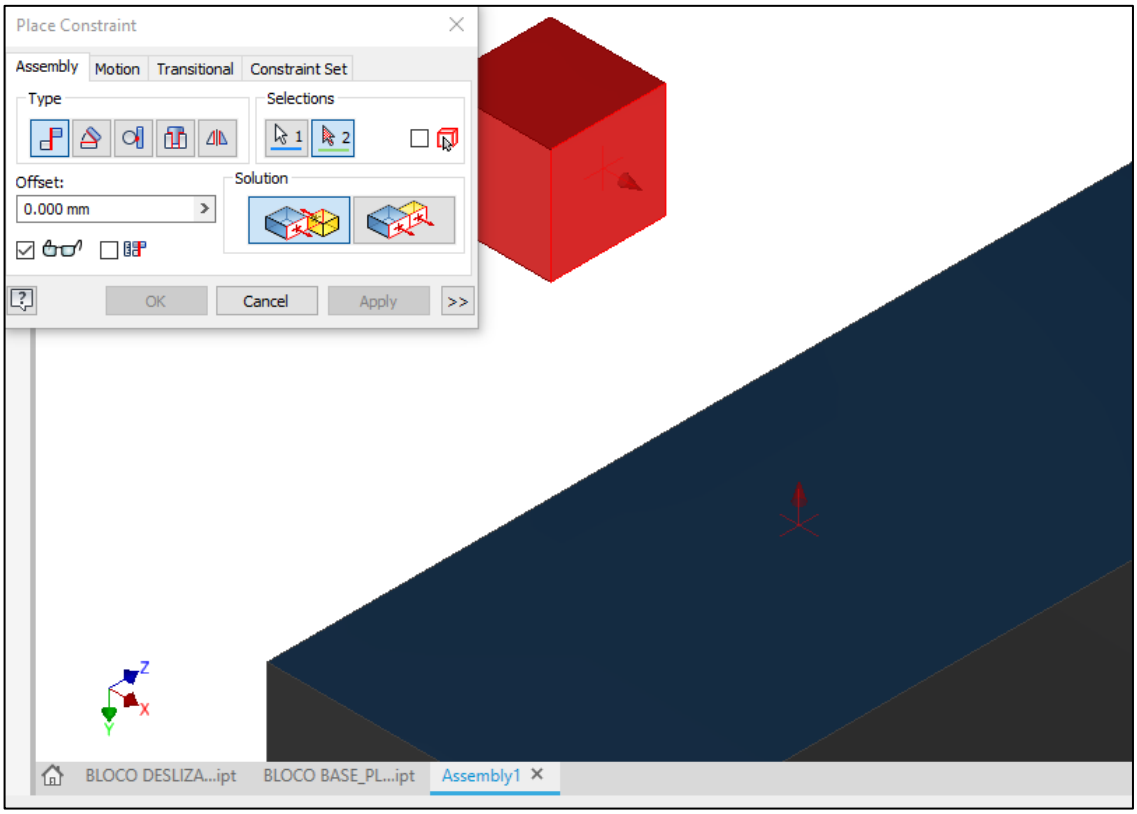


Figura 55 – Selecione uma das faces do bloco deslizante.

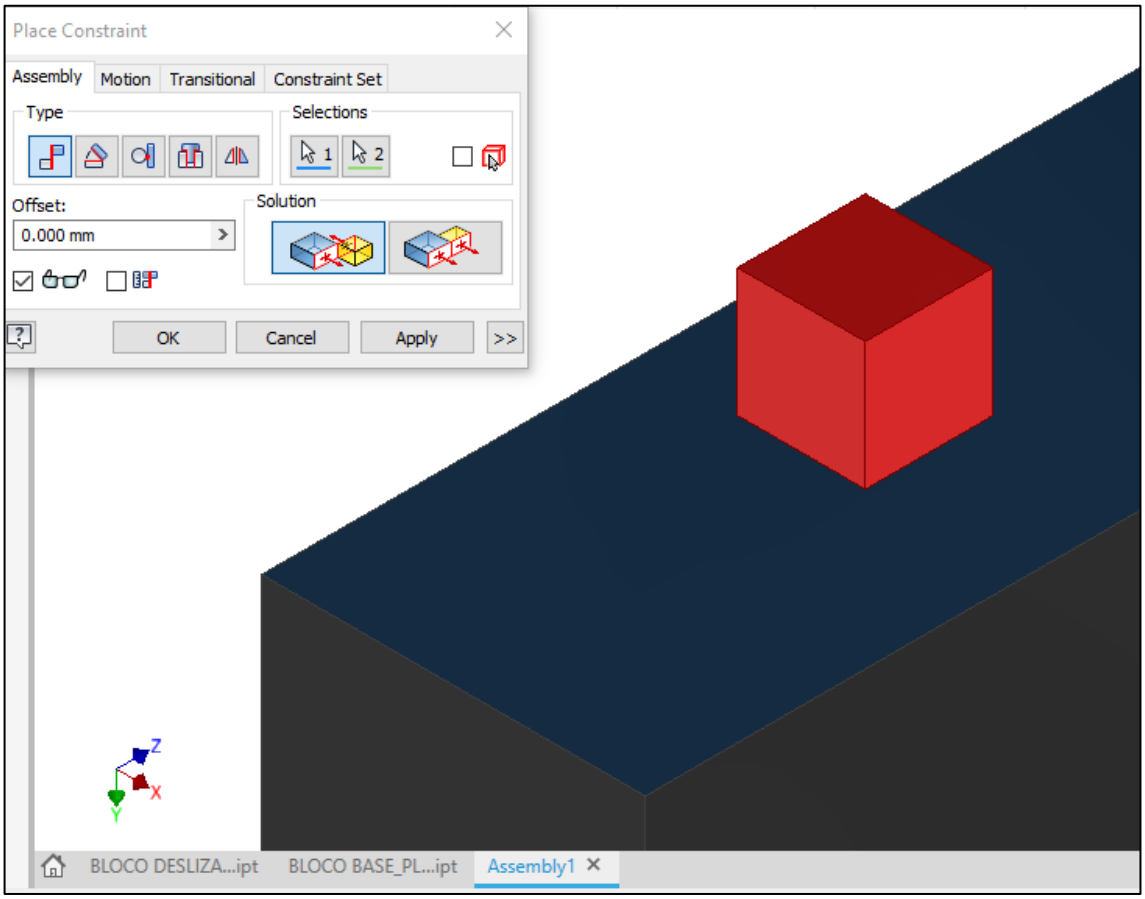


Figura 56 – A peça irá automaticamente. Clique em OK.

k) Para ajustar o próximo grau de liberdade, precisamos que os planos médios das peças fiquem visíveis. Para isto, abra a origem na Árvore de Processos e procure os planos médios (eles serão exibidos quando selecionados).

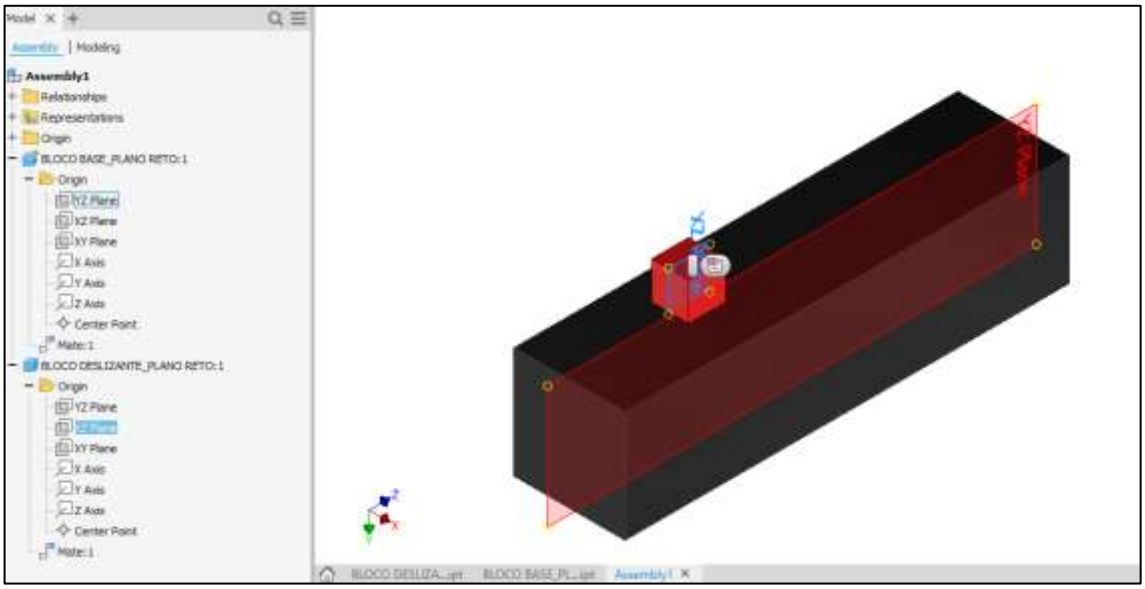


Figura 57 – Planos Médios.

l) Agora iremos aplicar a ferramenta Constrain nos planos médios. Diferentemente dos itens i) e j), o faremos pela árvore de processos. Basta selecionar a ferramenta, clicar em um dos planos médios e no outro.

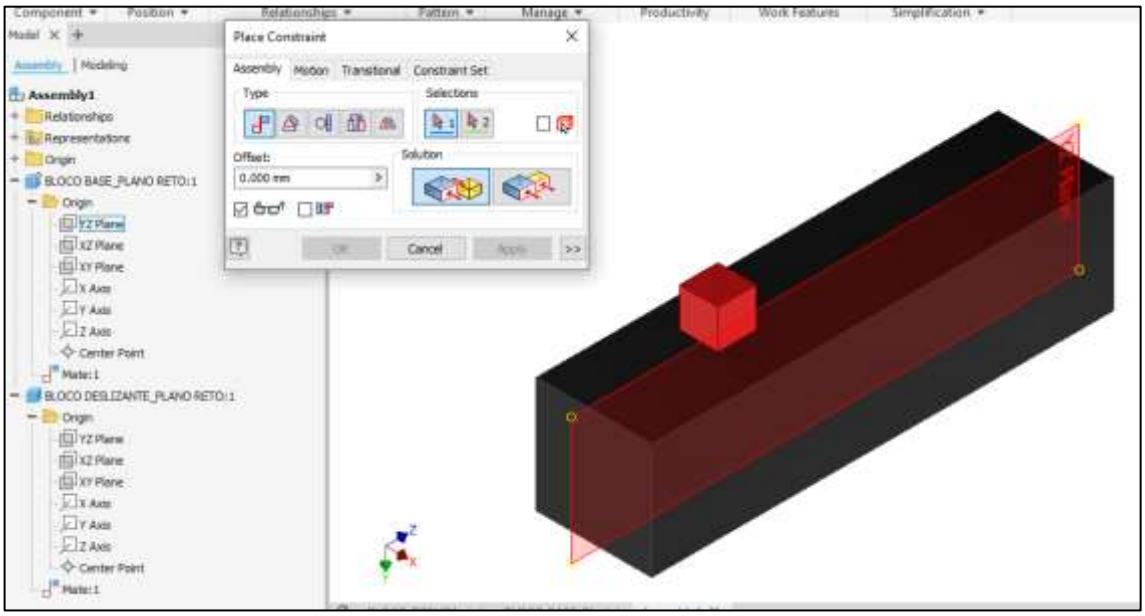


Figura 58 – Selecione o Plano médio de um dos componentes.

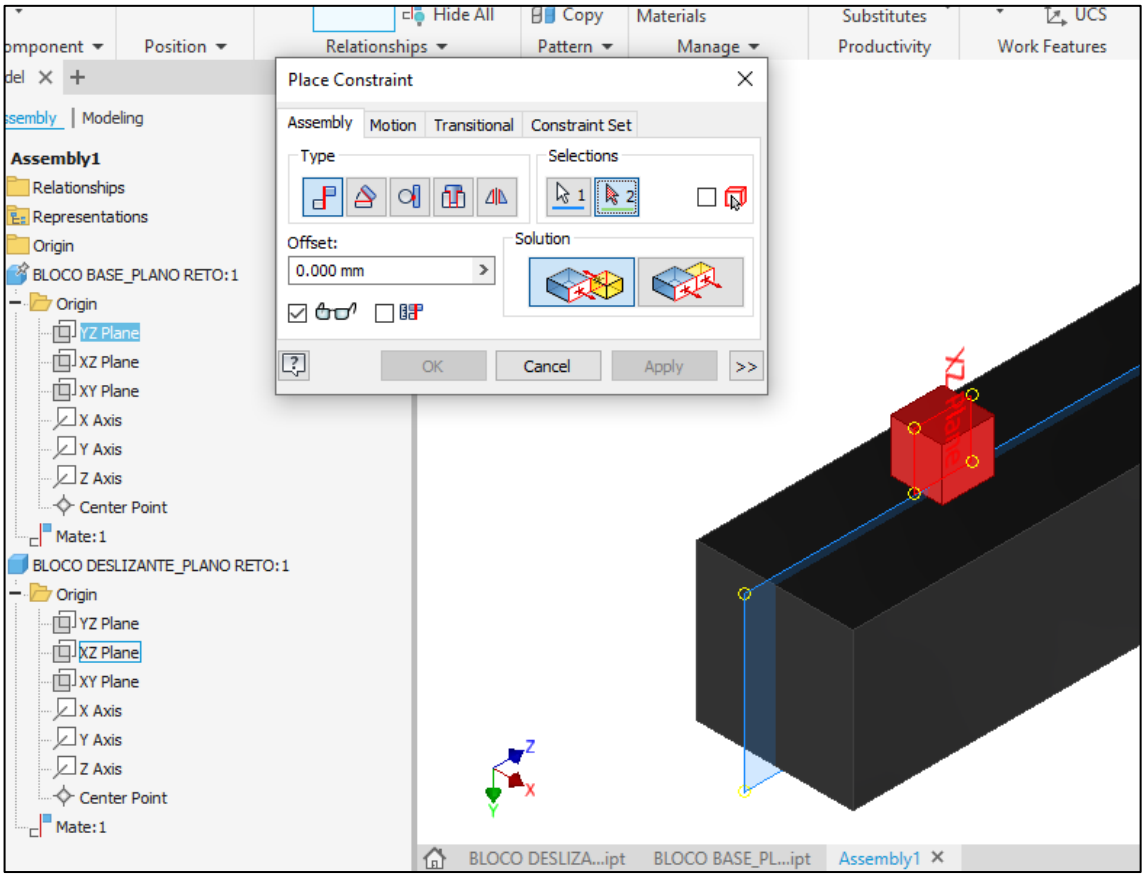


Figura 59 – Selecione o outro Plano médio. Note que o plano já selecionado fica ativo

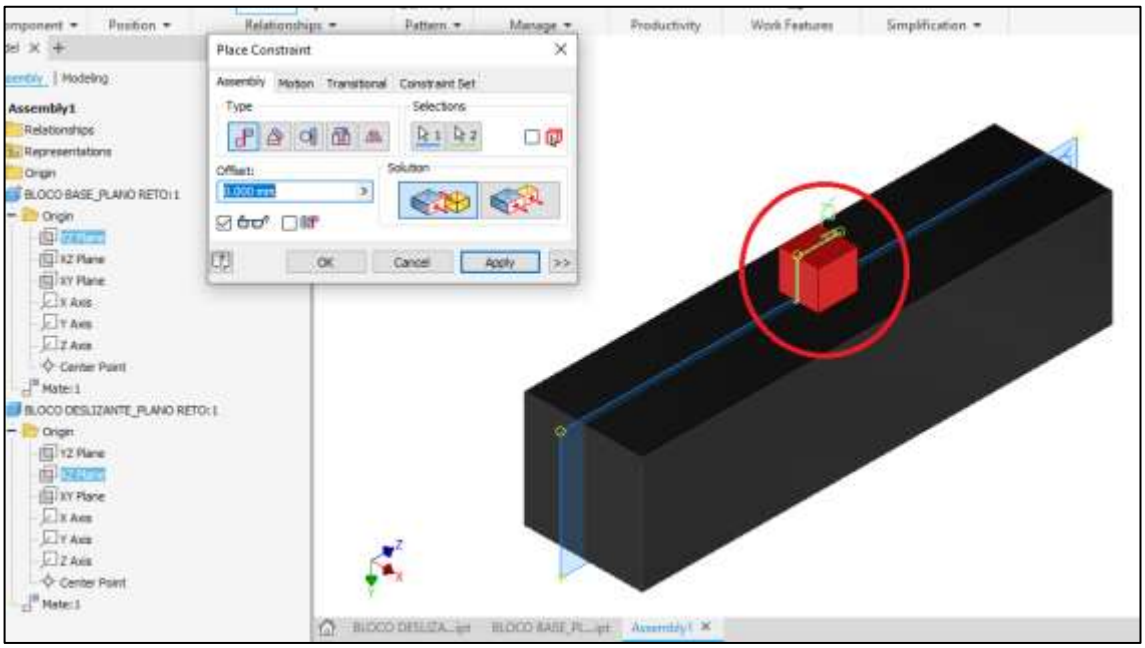


Figura 60 – O componente será atraído para a restrição de liberdade. Clique em OK.

m) Após esta etapa clique e segure no bloco deslizante, movendo o mouse. Você perceberá que só haverá movimento em um único sentido.

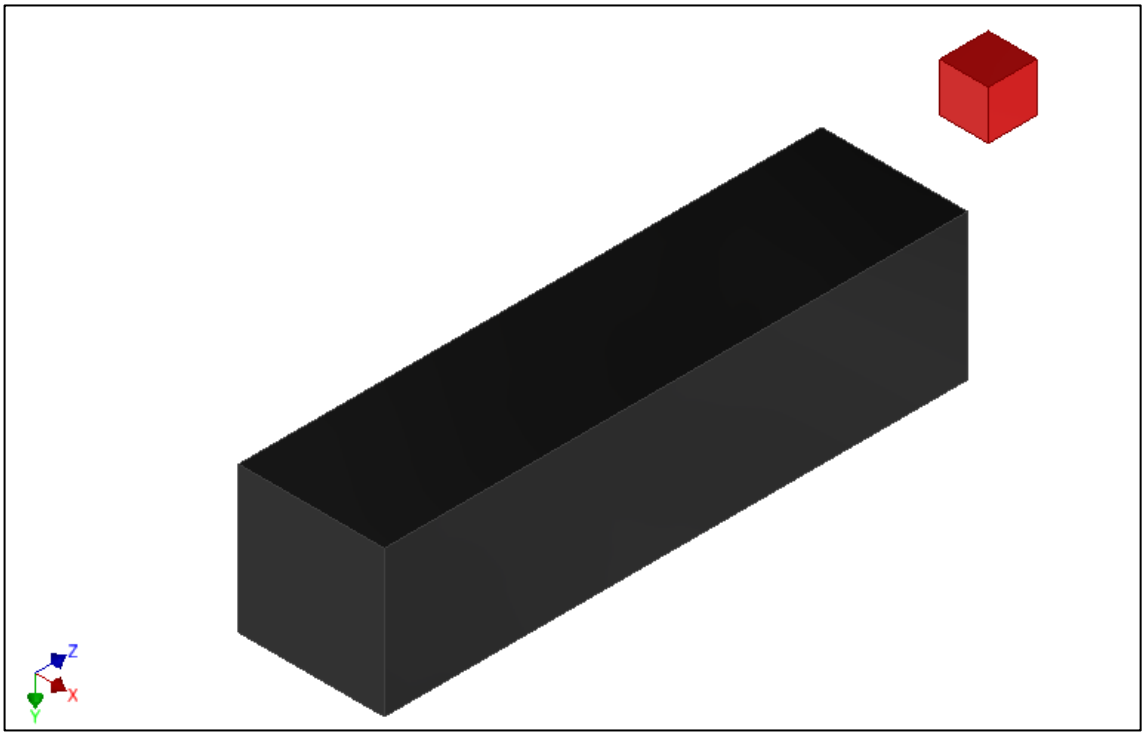


Figura 61 – Movimentação do bloco deslizante em um único plano de liberdade.

n) O último grau de liberdade não poderá ser restrito, pois a simulação precisará do movimento neste plano. Para isto, utilizaremos a restrição do tipo Joint

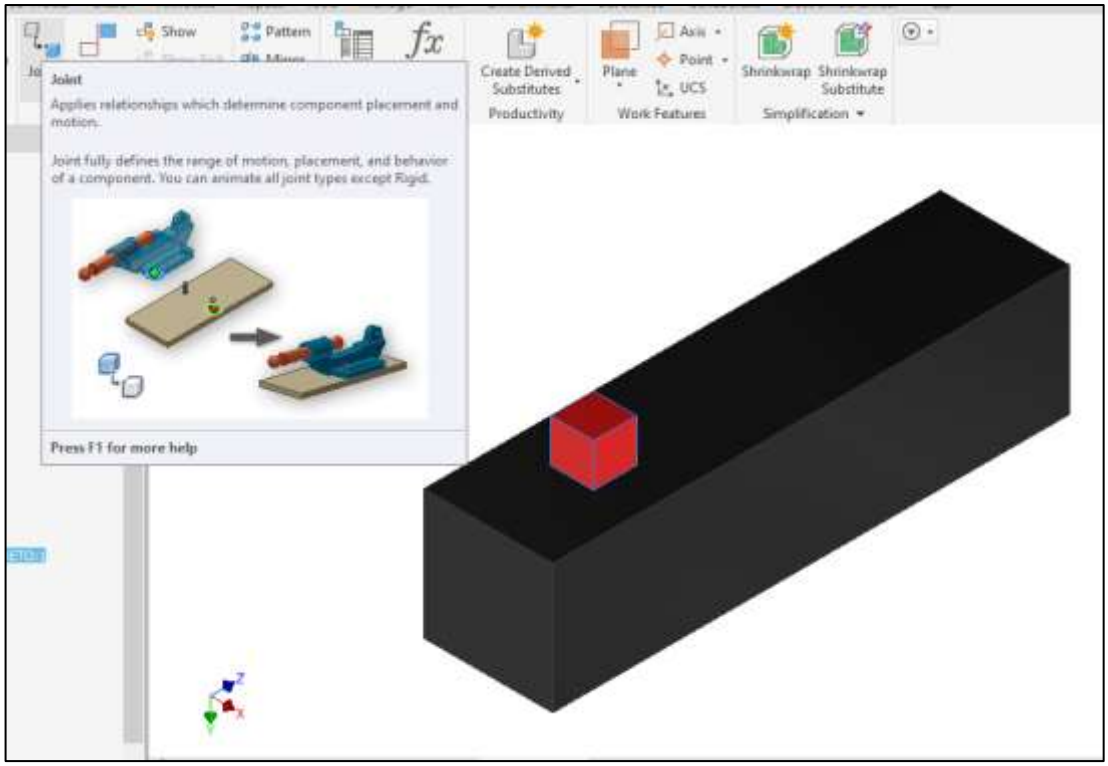


Figura 62 – Comando Joint.

o) Após selecionar a ferramenta, ao aproximar o mouse, apareceram pontos centrais nas arestas, selecione o inferior central, tomando cuidado para que se mantenha paralelo ao plano.

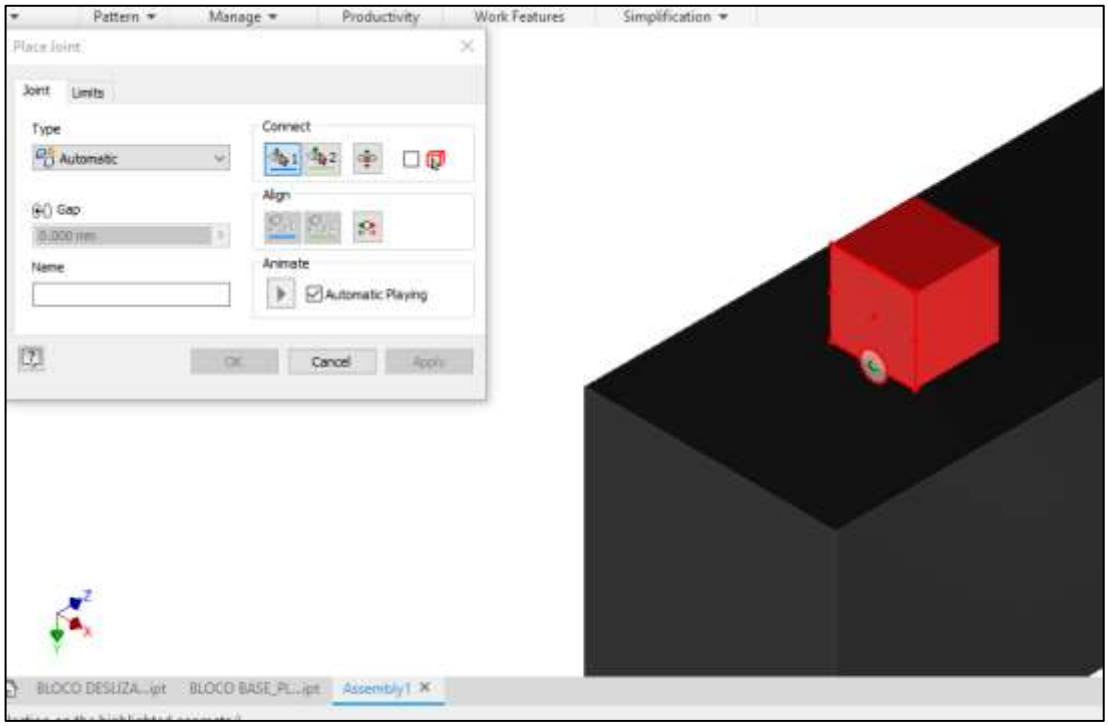


Figura 63 – Clique no ponto central da aresta inferior do bloco deslizante, verificando o plano correto.

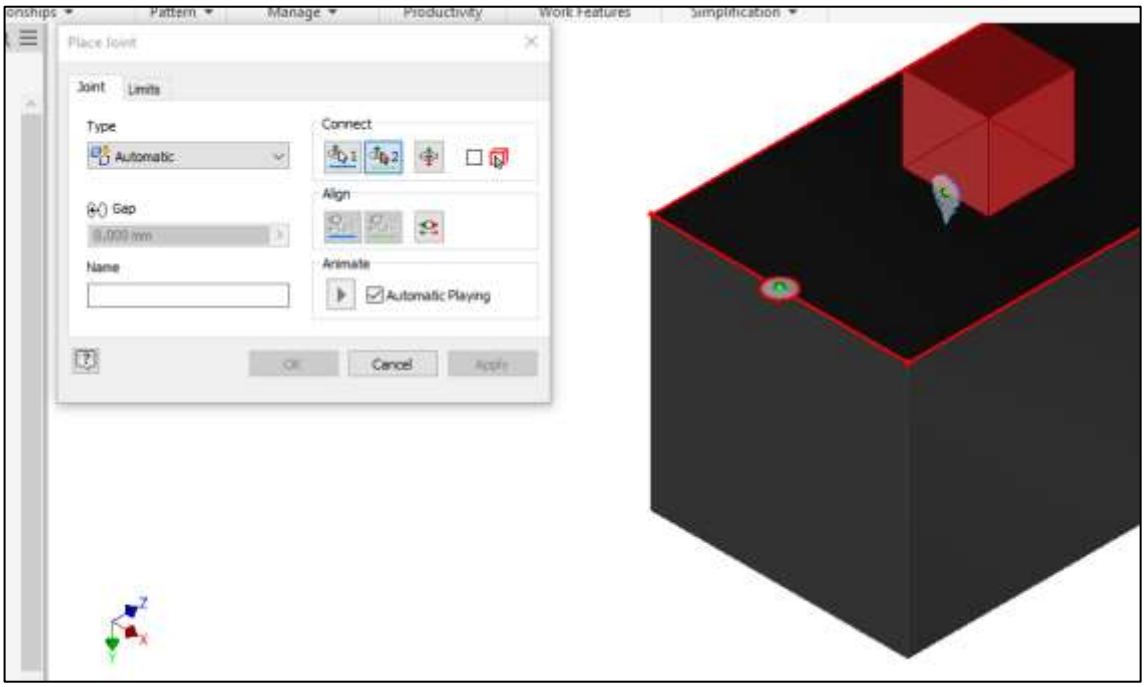


Figura 64 – Clique no ponto central da aresta superior do bloco de base, verificando o plano correto.

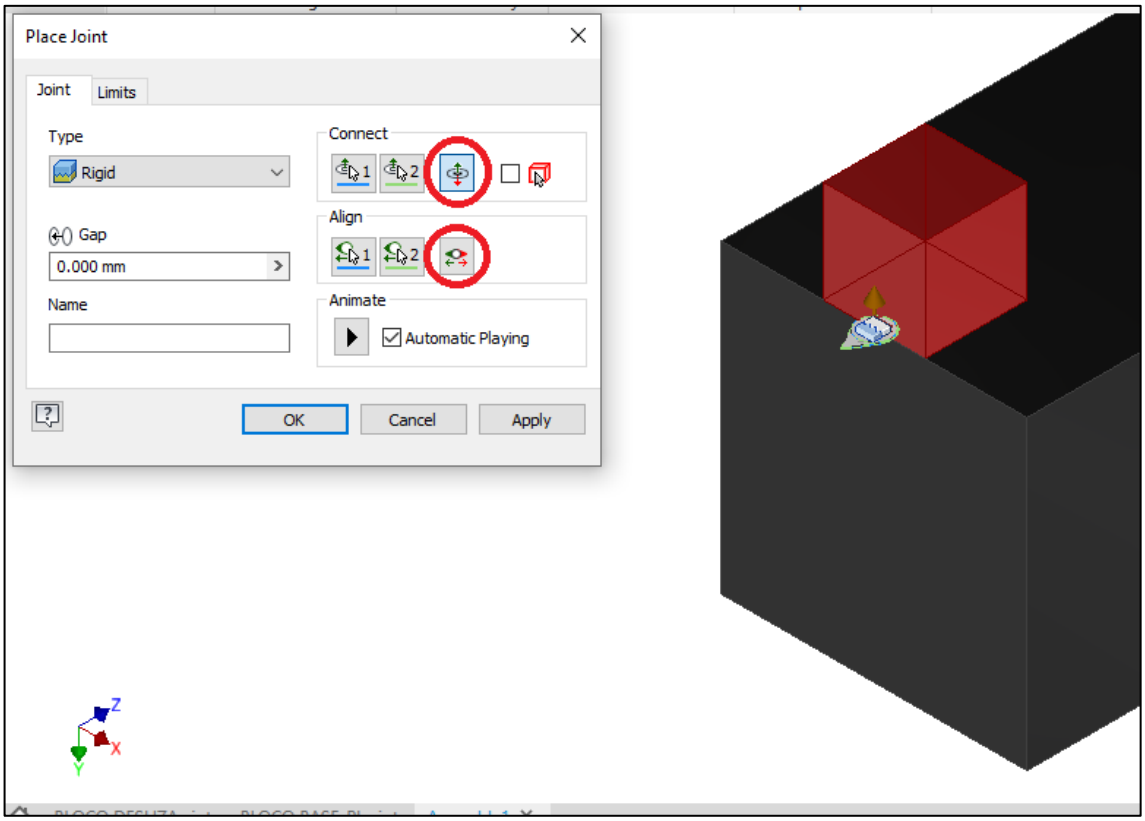


Figura 65 – O bloco poderá estar incorreto. Basta mudar o alinhamento nas opções Connect e Align.

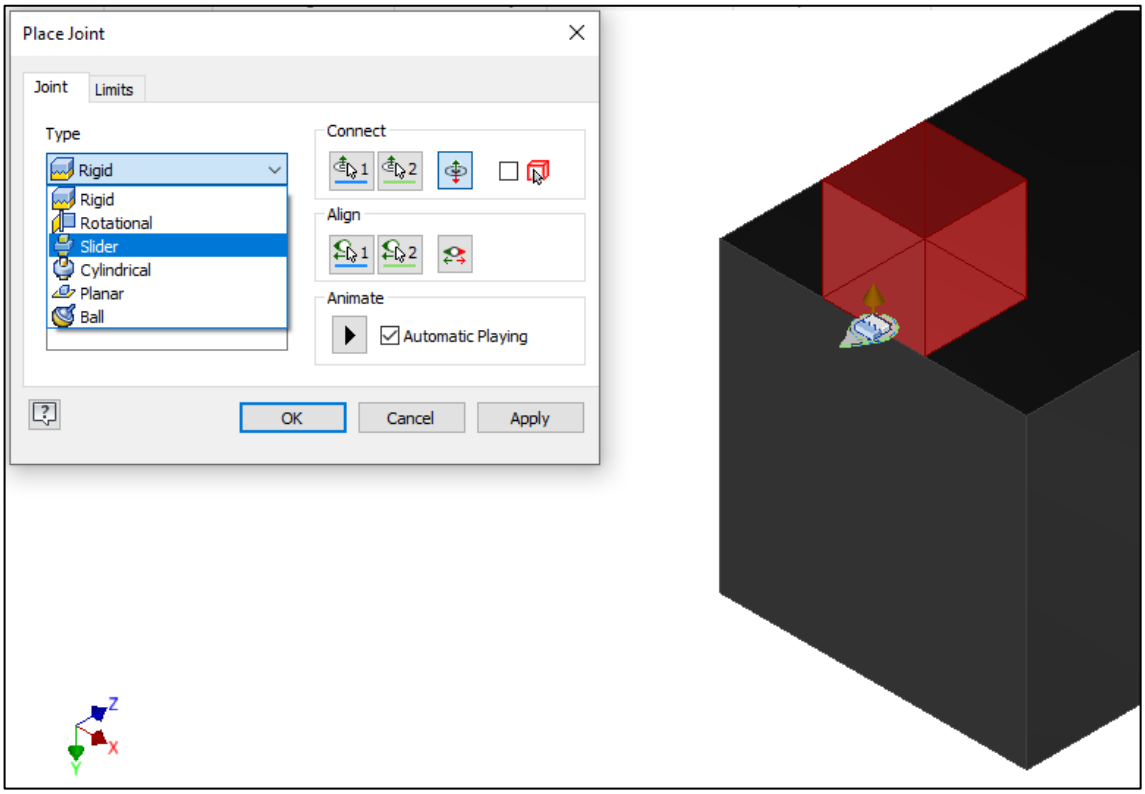


Figura 66 – Modifique o Tipo de Rigid para Slider. Será visualizada uma animação com o movimento correto.

p) Na aba Limits, mantenha start e current com zero milímetros. No end, coloque uma dimensão de 5.000 mm e verifique o sentido. Caso o movimento esteja na direção oposta, utilize o vetor negativo.

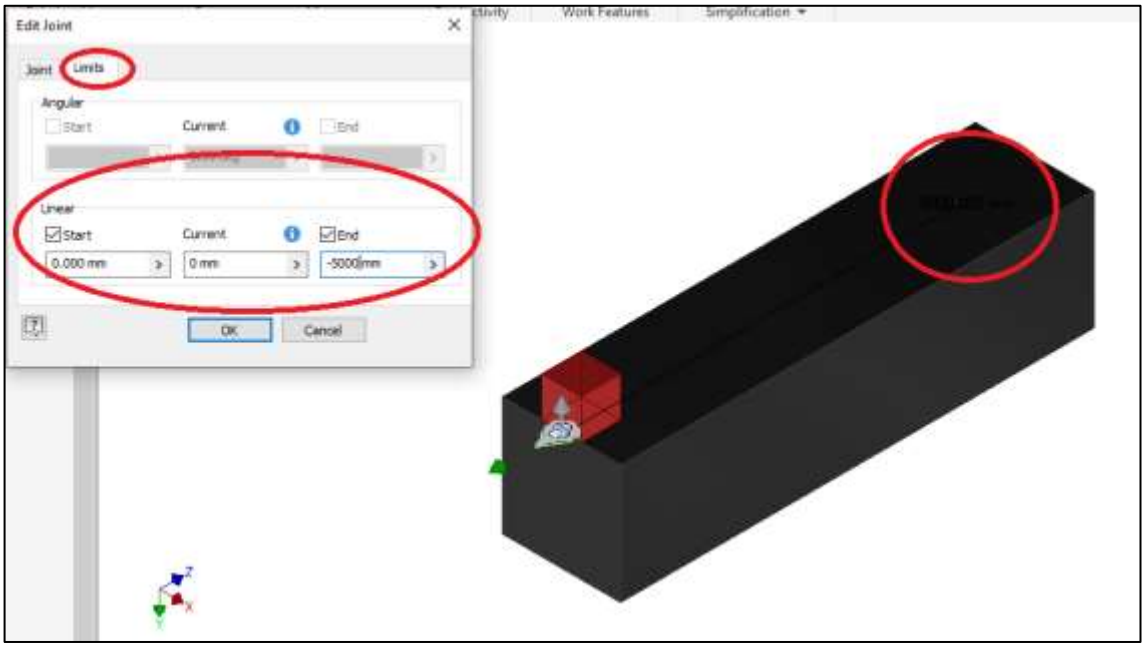


Figura 67 – Ajustando os limites da ferramenta Joint e aperte OK.

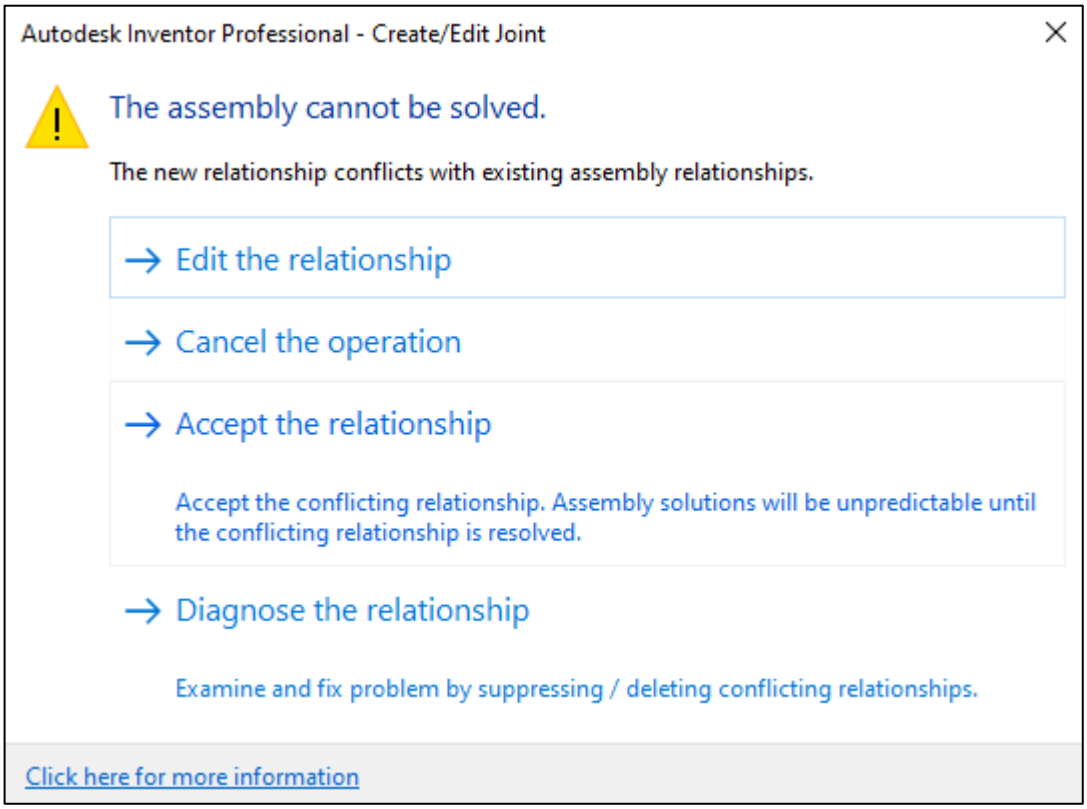


Figura 68 – Caso apareça uma mensagem de erro ignore, clicando “Accept the Relationship”.

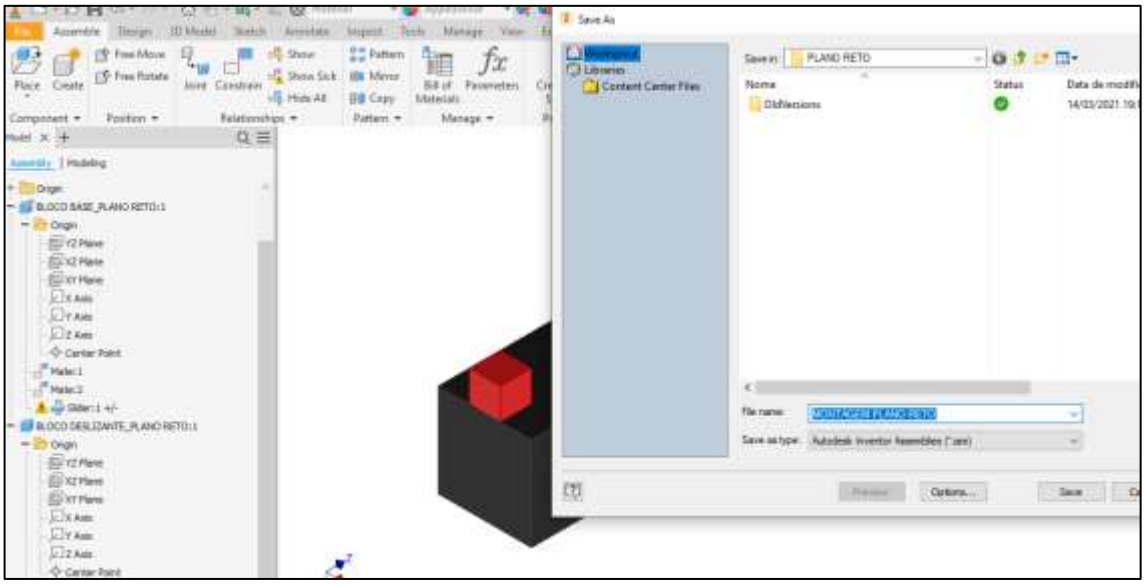


Figura 69 – Salve o arquivo, sugerimos o nome “MONTAGEM PLANO RETO”.

3.1.3. SIMULANDO O MODELO NO INVENTOR

a) Com o modelo de montagem aberto, na aba Enviroments, execute a ferramenta Dynamic Simulation.

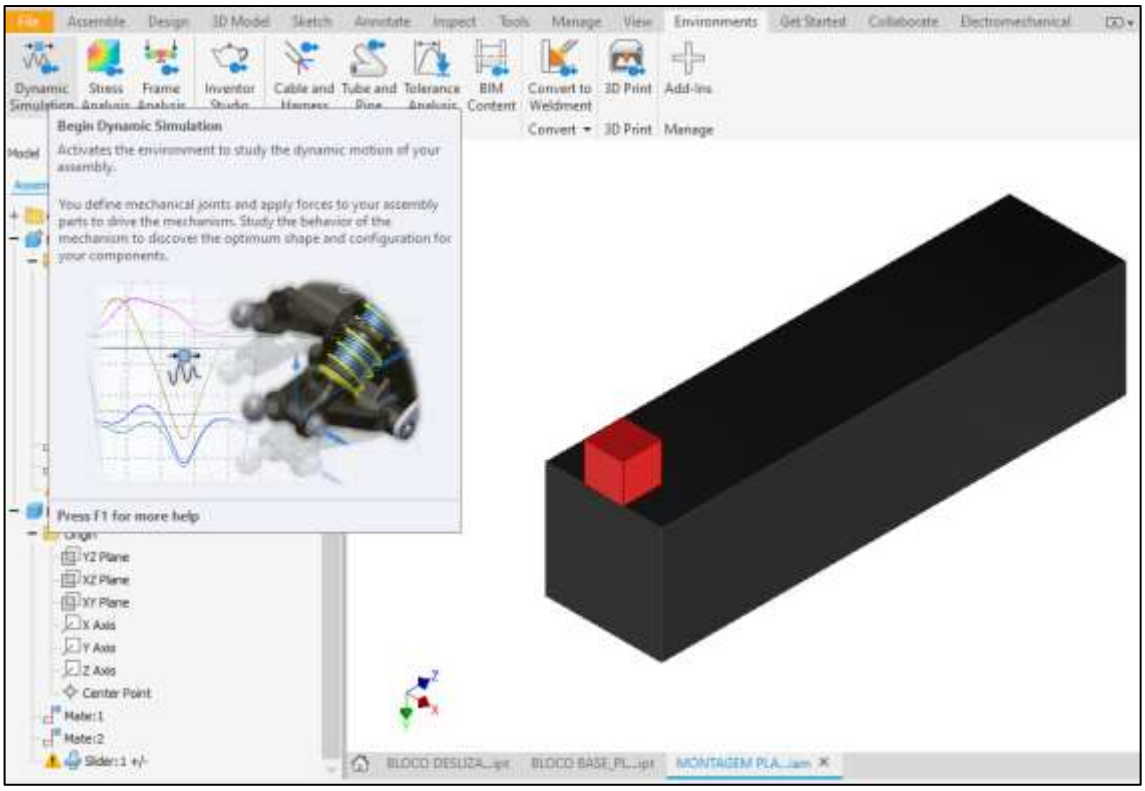


Figura 70 – Dynamic Simulations.

b) Para iniciar, vamos habilitar o vetor gravidade, com um duplo clique.

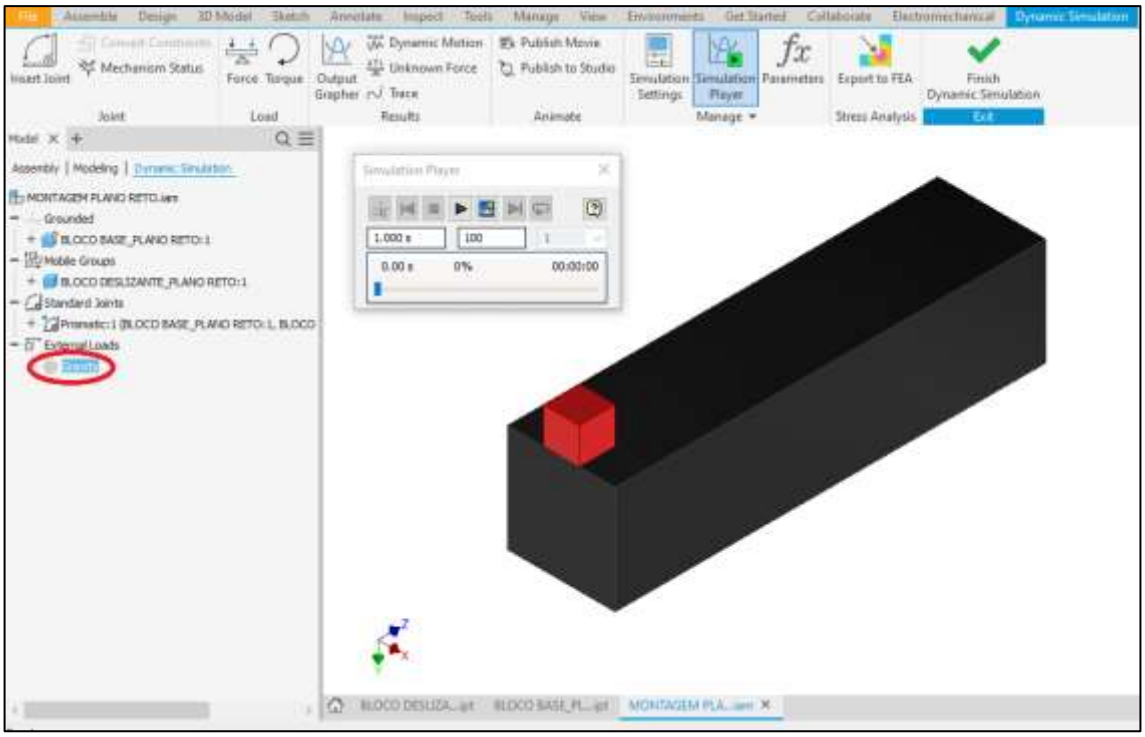


Figura 71 – Habilitando o vetor gravidade.

c) Desmarque a opção Supress, marque a opção de Vetor e Configure a gravidade no eixo correspondente ao modelo. Adotamos 9810 mm/s² e em nosso caso o eixo correto é +Y.

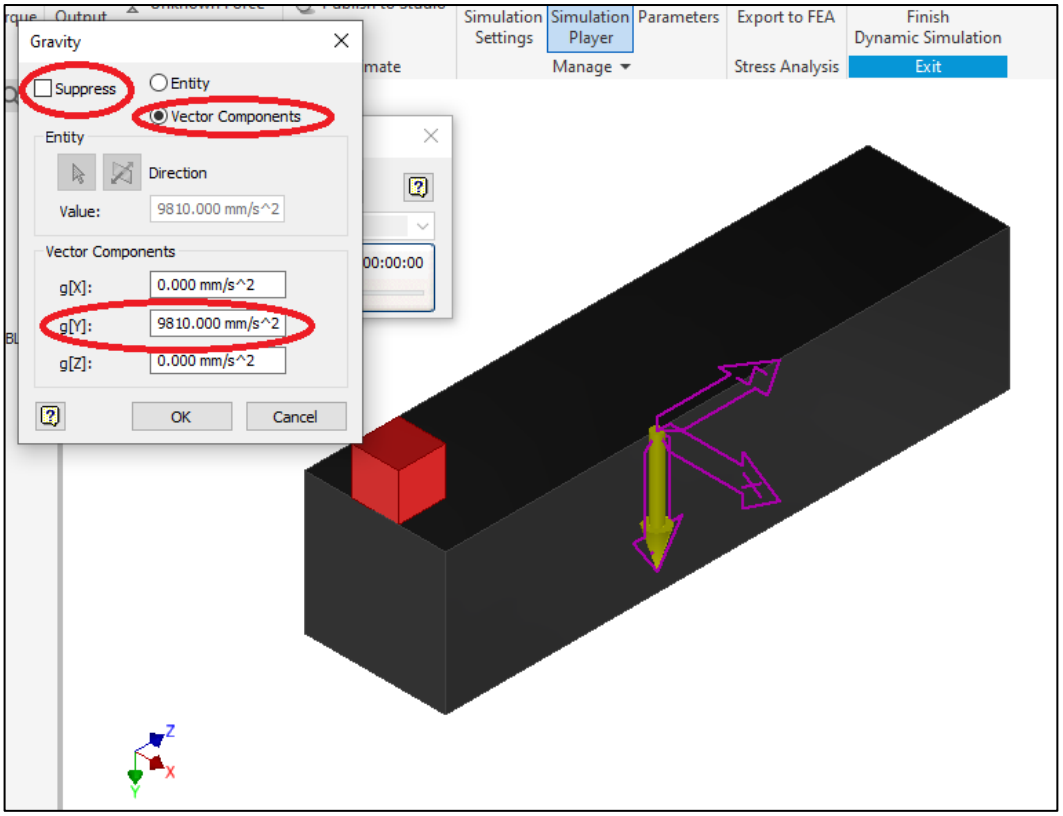


Figura 72 – Configurando o vetor gravidade.

d) O próximo passo é aplicar a força que moverá o bloco deslizante, com a ferramenta Force.

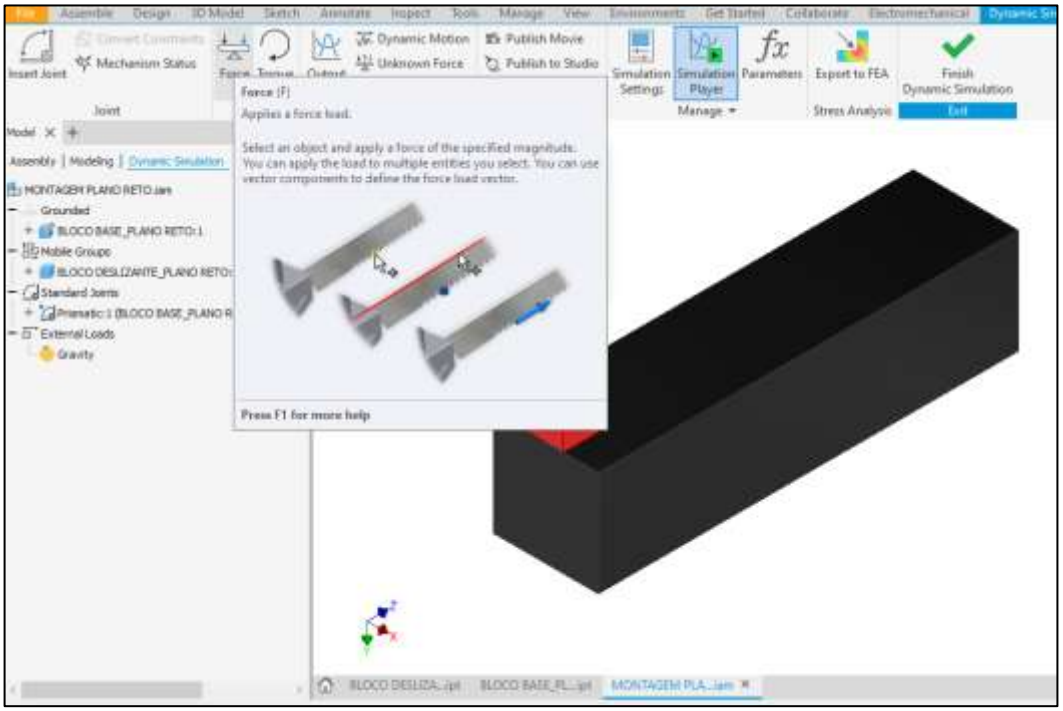


Figura 73 – Ferramenta Force.

e) Dentro da ferramenta, selecione o vértice inferior do bloco deslizante.

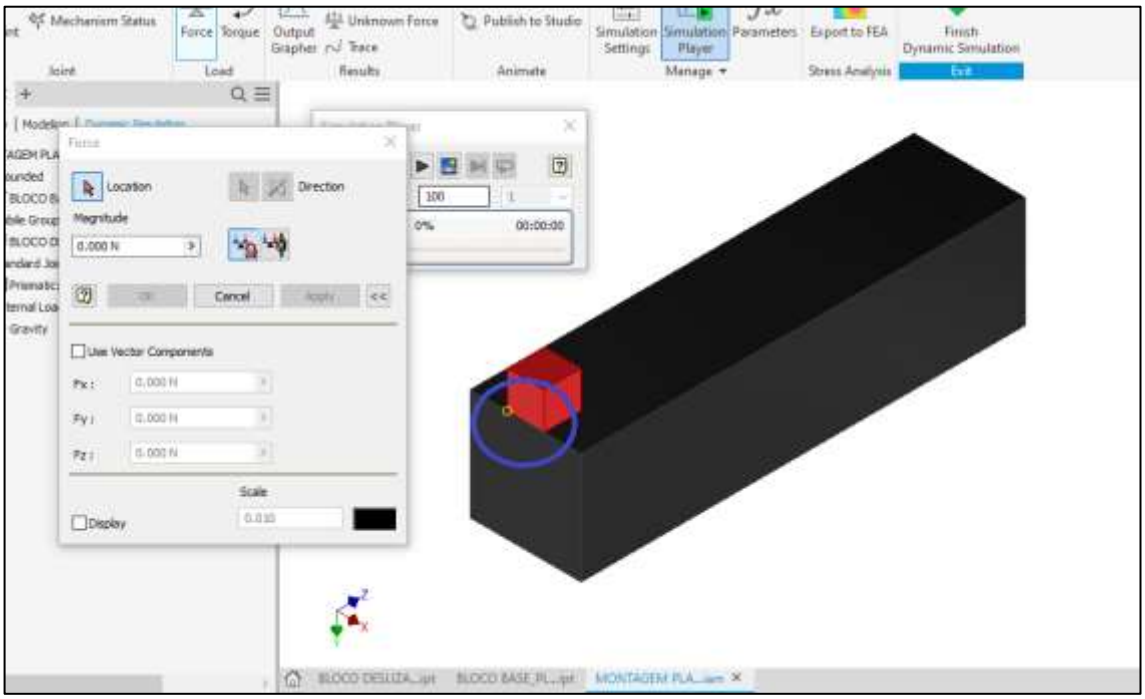


Figura 74 – Selecione o vértice inferior do bloco inferior.

f) Agora, selecione a aresta inferior do bloco deslizante.

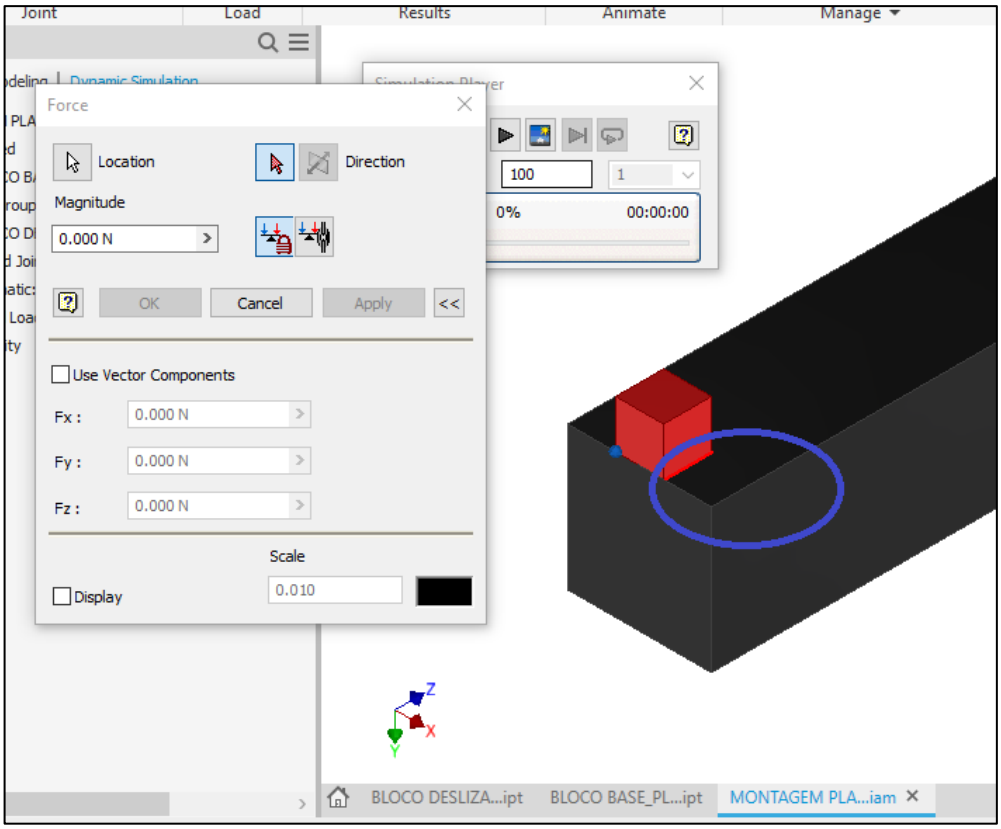


Figura 75 – Selecione a aresta inferior do bloco inferior.

g) Caso o vetor da Força esteja invertido, basta inverter a direção, clicando no “flip” da opção Direction.

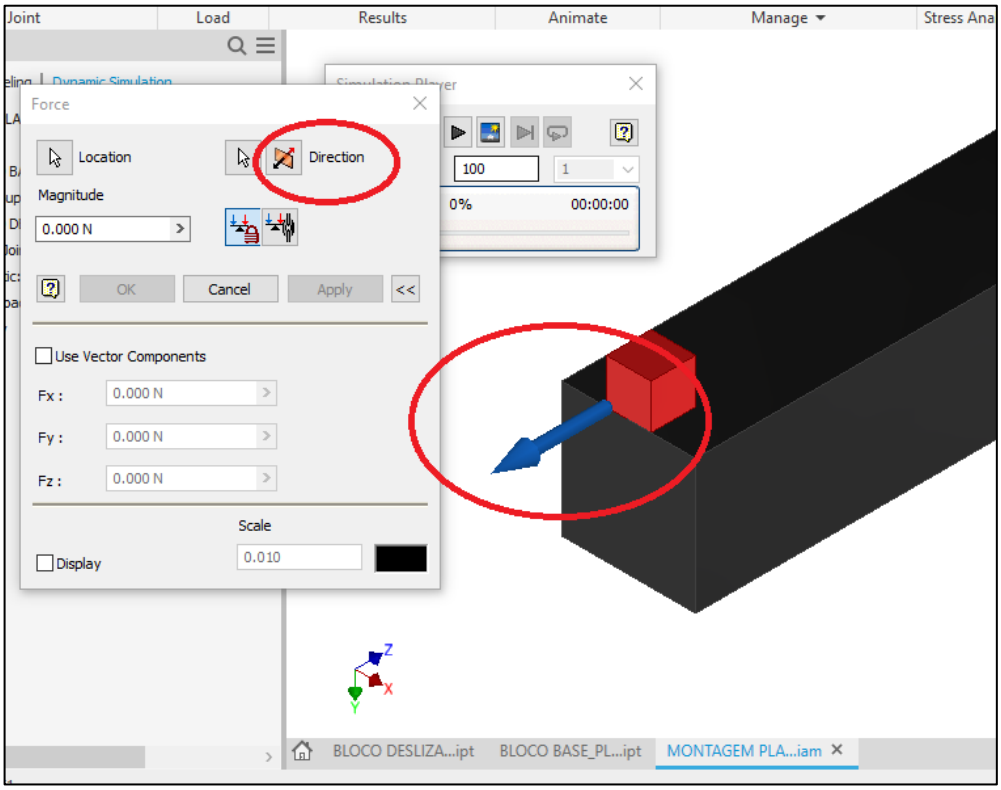


Figura 76 – Caso o vetor esteja invertido, utilize a opção flip.

h) Atribua o valor da força de 10N e clique em OK.

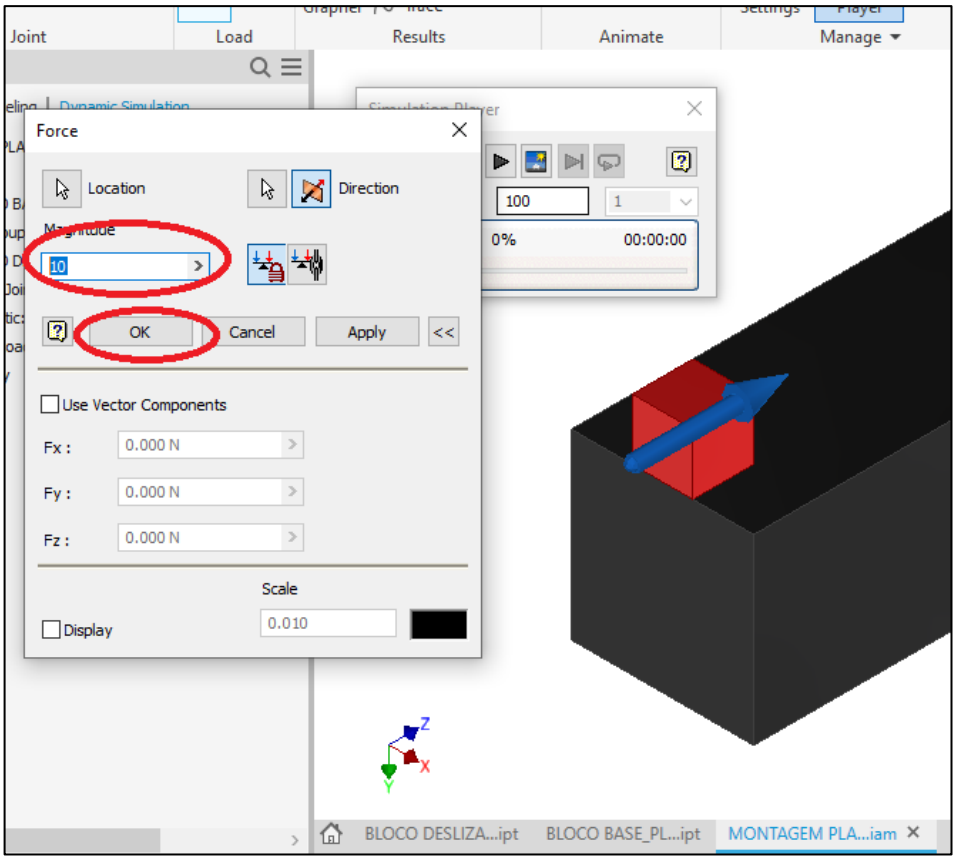


Figura 77 – Atribua a força e clique em OK.

i) Para simulação, verifique se o Simulation Player está habilitado. Atribua o tempo de 1s e 100 frames. Após isto dê o play na simulação.

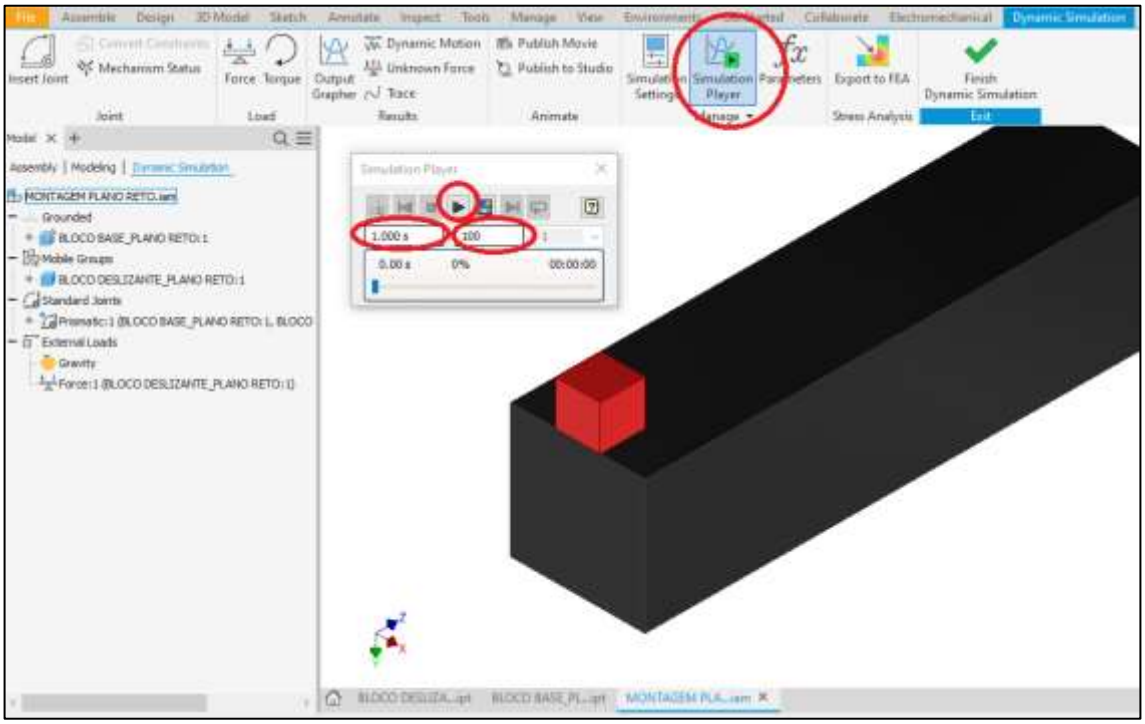


Figura 78 – Rodando a simulação.

j) Durante a simulação, as ferramentas ficarão desabilitadas. Ao final, o bloco se moverá à distância máxima que poderá chegar em 1s, aplicando a força de 10N. Lembre-se que para provar nosso exercício, esta distância precisa ser de 1.000 mm.

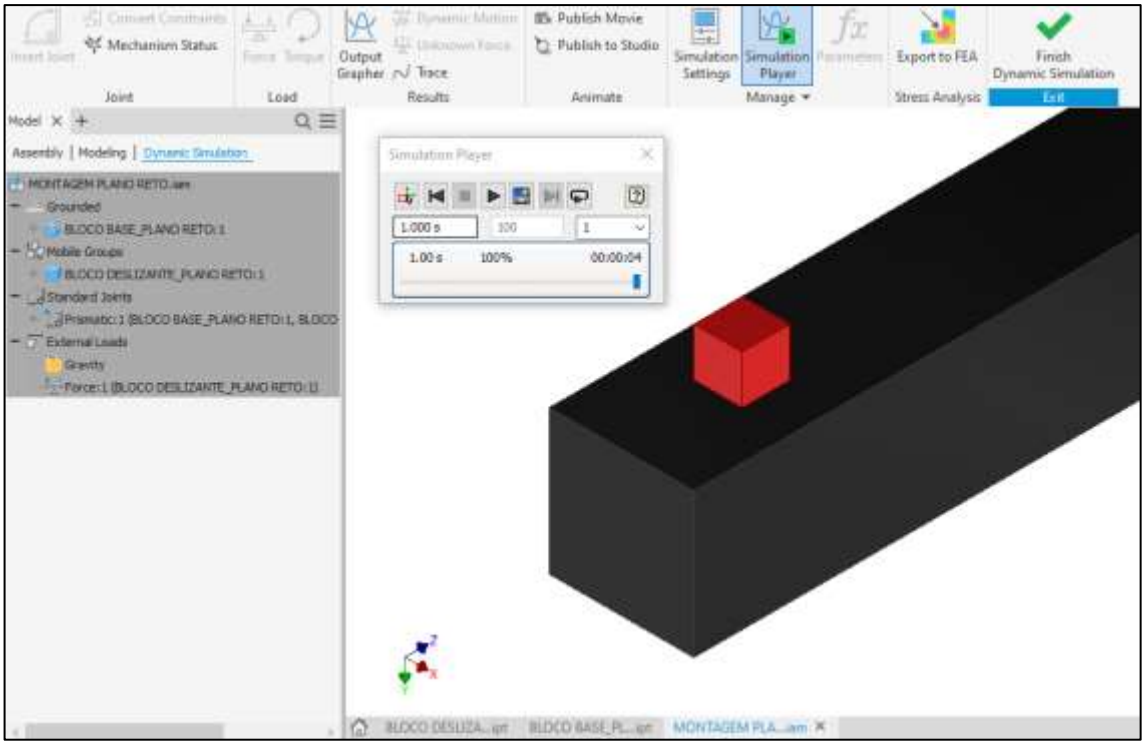


Figura 79 – Simulação do movimento após 1 s.

k) Para medir a distância percorrida, utilize a ferramenta “Measure”, ativada através da digitação da letra “M” do teclado. Então dê um clique na aresta inferior do bloco deslizante e outro na aresta do bloco de base.

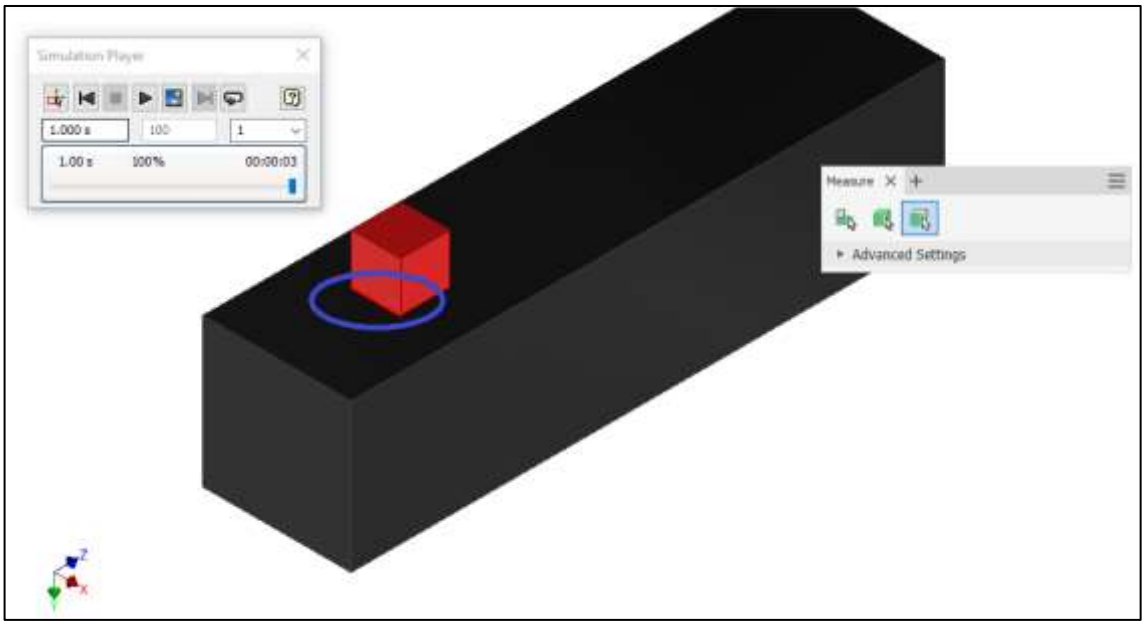


Figura 80 – Selecione a aresta do bloco deslizante.

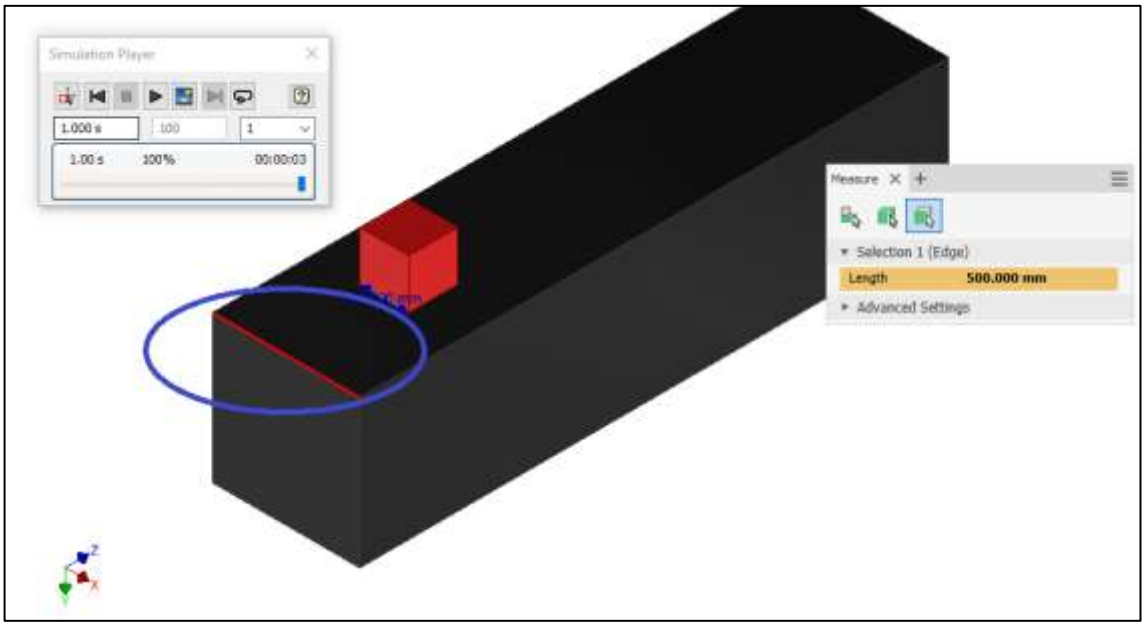


Figura 81 – Selecione a aresta do bloco de base.

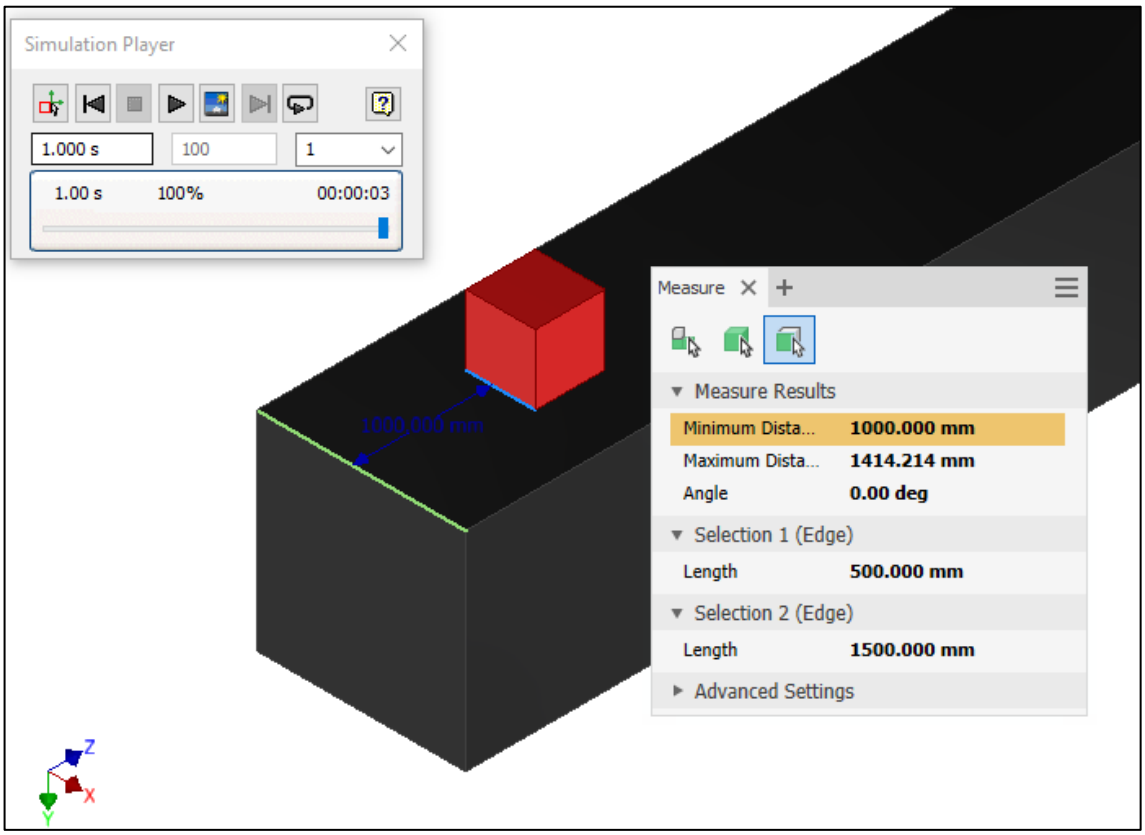


Figura 82 – A distância aparecerá em tela.

l) Para sair da simulação, feche a ferramenta measure, clique para retornar ao modo de edição e finalize a simulação. Salve o modelo antes de fechar o Inventor.

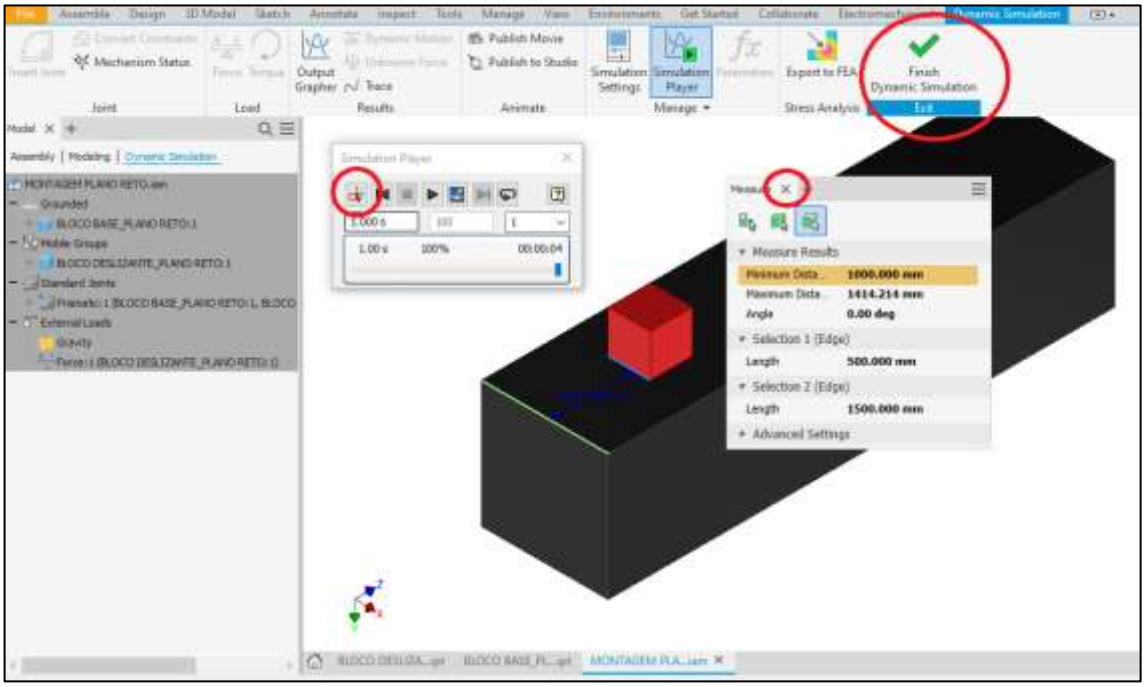


Figura 83 – Finalizando a simulação.

4. QUESTÃO PROBLEMATIZADORA PARA PLANO INCLINADO

Na figura abaixo, o bloco A de massa 500 g está em repouso. Considerando atrito desprezível, qual deverá ser a intensidade da Força F aplicada à sua base, para que esta afirmação seja verdadeira?

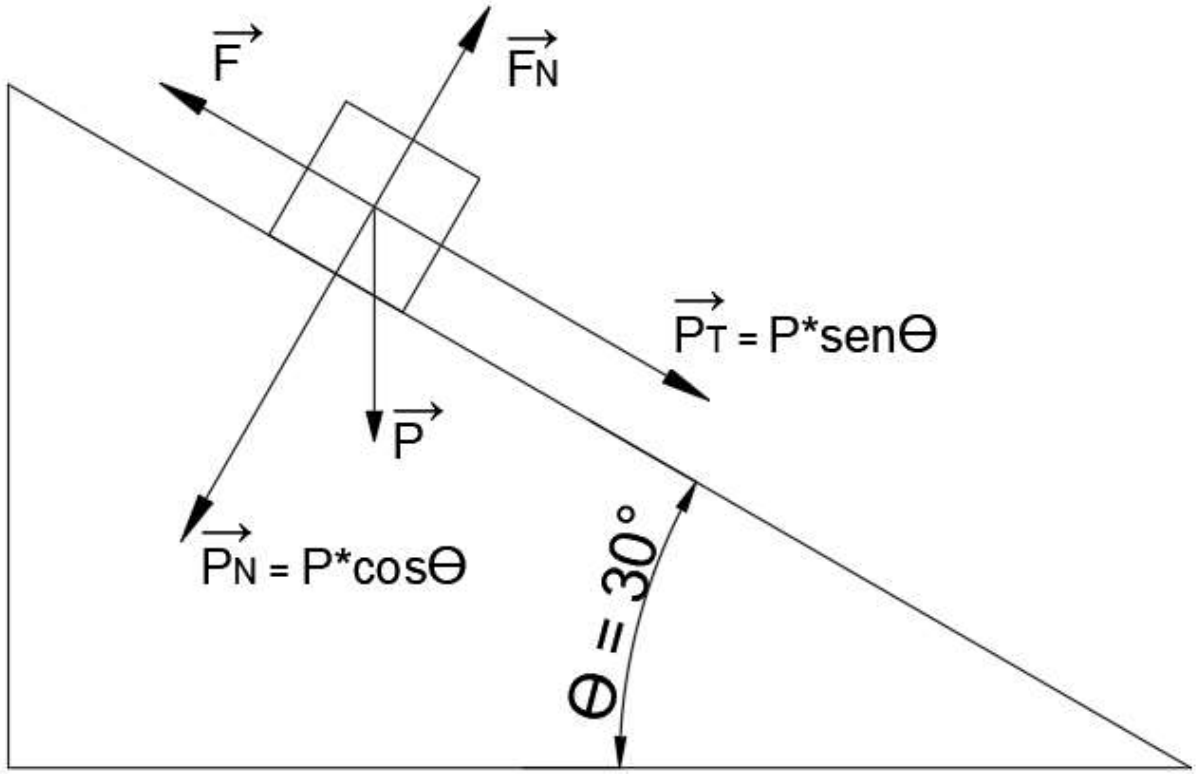


Figura 84 – Questão problematizadora para Plano Inclinado.

RESOLUÇÃO

Para que o Bloco A esteja em repouso, deverá ser aplicada uma força F em sentido oposto e de intensidade idêntica à força P_T. Se a força for maior, o bloco será puxado, se for menor, ele irá descer pelo plano inclinado

Aplicando a 2ª Lei de Newton, podemos obter a seguinte resposta:

m= 0,5 kg

g = 10,0 m/s²

θ: 30º

$$P = m * g \longrightarrow P = 0{,}5 * 10 = 5N$$

$$F = P * sen\theta \longrightarrow F = 5 * 0{,}5 = 2{,}5\ N$$

4.1. VERIFICAÇÃO DOS RESULTADOS VIA INVENTOR

Considerando o intuito do software Inventor, voltado à aplicação da física na engenharia, precisamos imaginar qual(is) as consequências que seriam facilmente observáveis em modelo físico, que possam comprovar os resultados obtidos na resolução.

Logo, devemos propor aos alunos, um raciocínio de contraprova, como por exemplo: “Se eu aplicar uma força de 2,5N naquele ponto do bloco A, o que eu observaria no modelo? E se eu aumentasse a força para 3N? E se eu reduzisse para 2N, o que aconteceria?”

Assim, vamos construir o modelo no Inventor, testar as 3 hipóteses e observar o que ocorrerá.

4.1.1. CONSTRUINDO O MODELO NO INVENTOR

CRIANDO A PASTA DE PROJETO

a) Na página inicial, após abrir o software, escolha a opção Projects

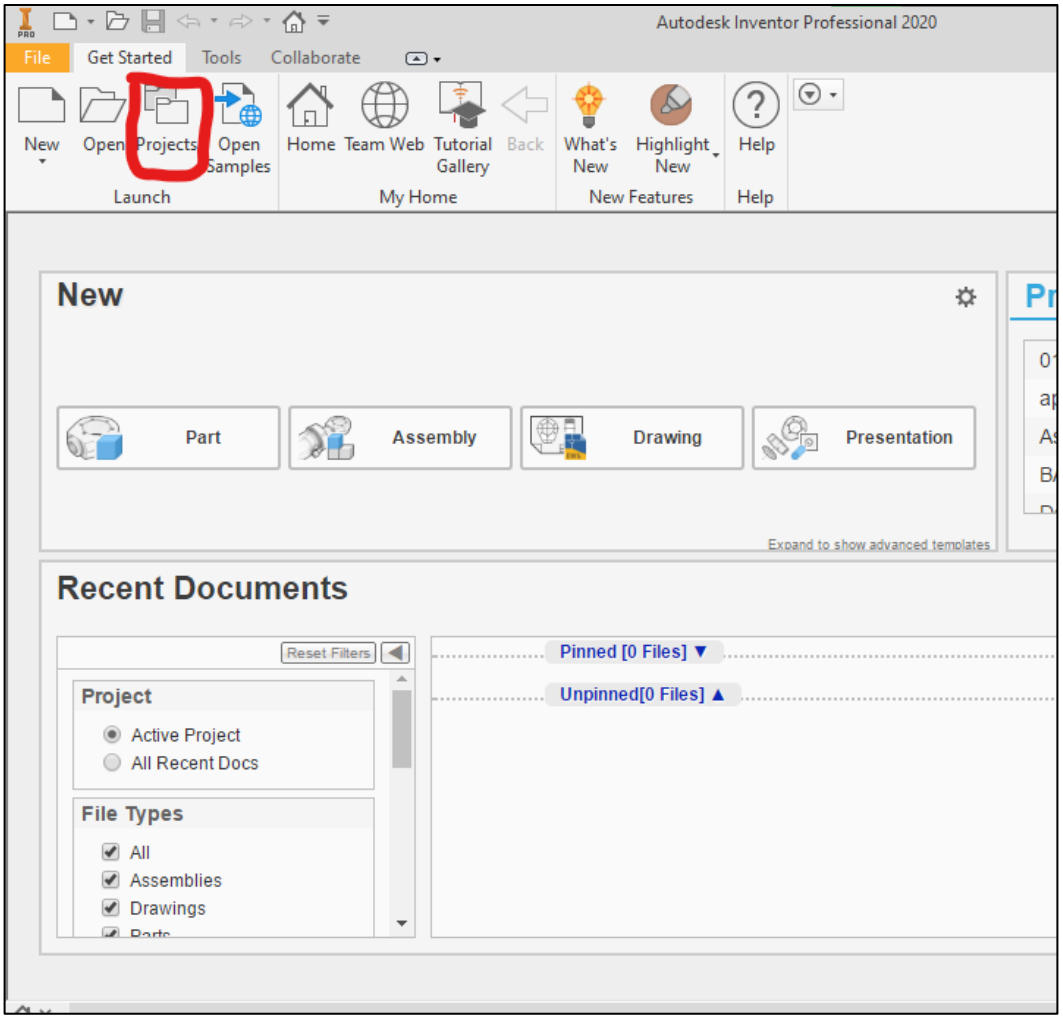


Figura 85 – Criação da pasta de projeto para Plano Inclinado.

b) No menu que será aberto, escolha a opção New

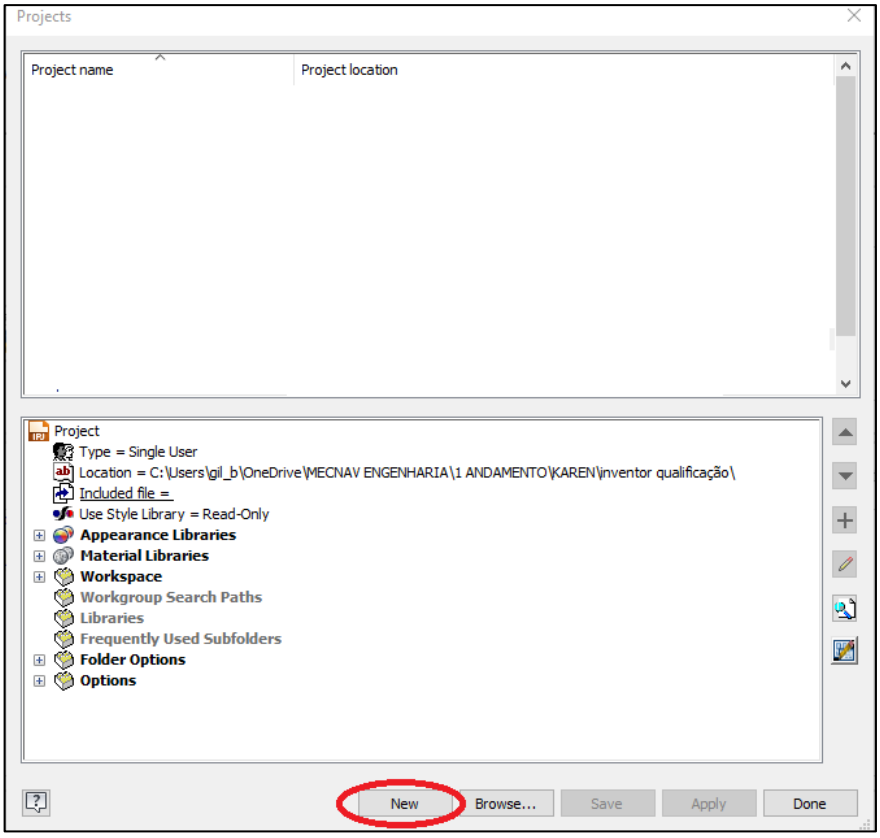


Figura 86 – Opção para criação de uma nova pasta de projeto.

c) Marque a opção New Single User Project, e clique em Next

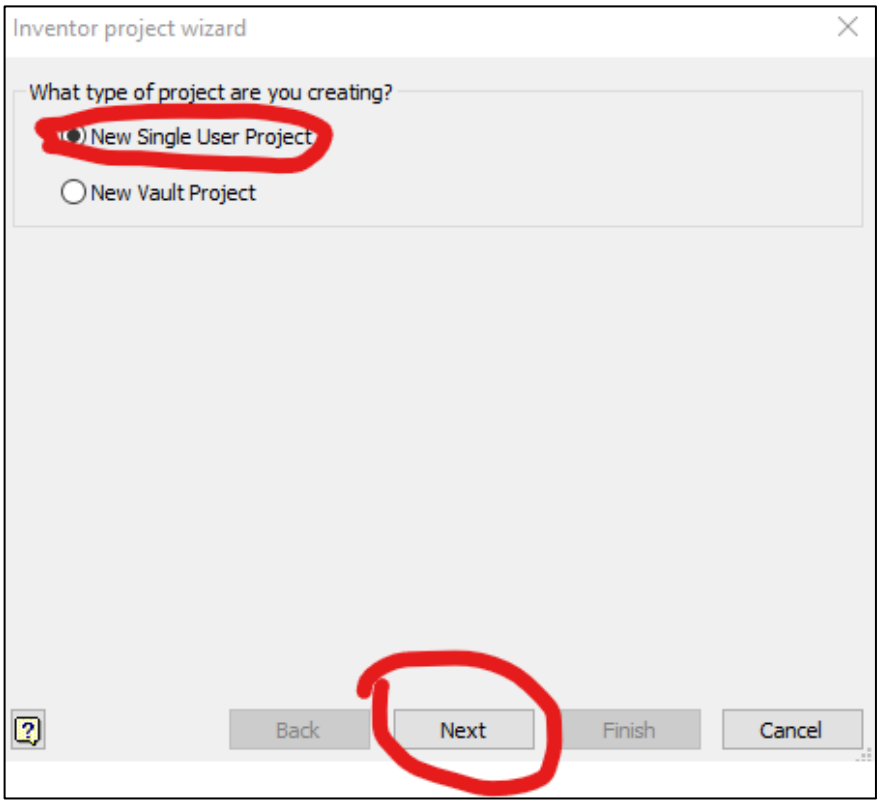


Figura 87 – Opção Single User e Avance.

d) Dê um nome para o projeto e clique na opção reticências. Será aberta uma pop up para seleção da pasta em que o projeto será salvo e clique em OK (recomenda-se criar a pasta anteriormente no Windows). A pop up será fechada e será observado o caminho selecionado (protegemos a informação por motivos de confidencialidade). Então clique em Finish.

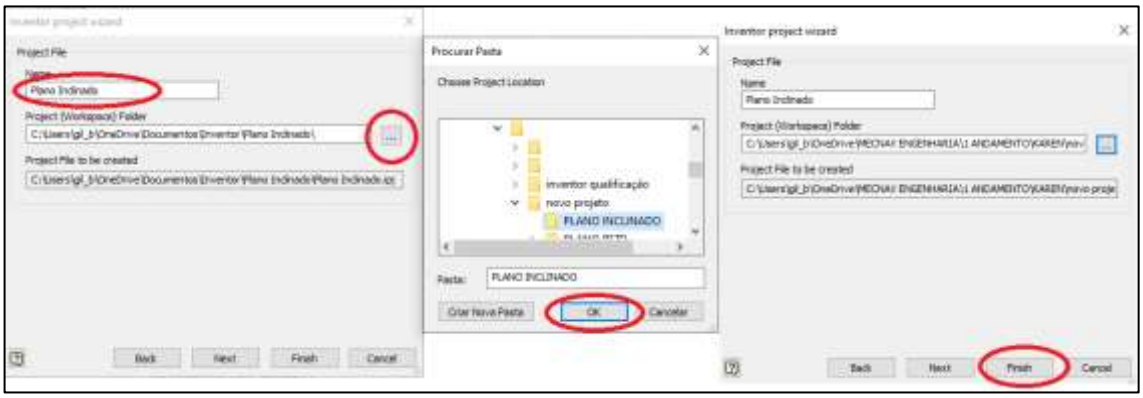


Figura 88 – Nomeie o Projeto, escolha o local de salvamento e finalize.

e) Será observado que o projeto foi criado no menu Projects. O projeto ficará com uma marcação em frente ao seu nome, comprovando que é o projeto em utilização, então clique em Done. Na pasta do projeto, será criado o arquivo com o nome escolhido e a extensão ipj, além da pasta de backup (OldVersions). A partir de agora para abrir o projeto, basta dar um duplo clique no arquivo ipj.

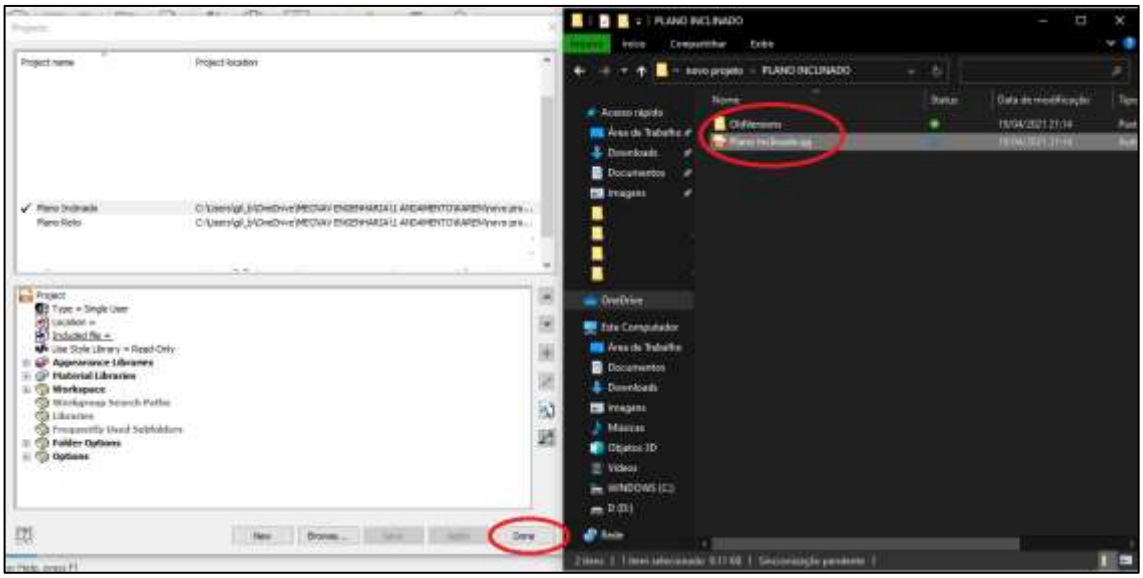


Figura 89 – Projeto criado, clique em Done. Verifique a criação do arquivo na pasta.

CONFIGURAÇÕES INICIAIS

a) Abra o projeto, com um duplo clique no arquivo ipj. Na tela do software, selecione a opção New.

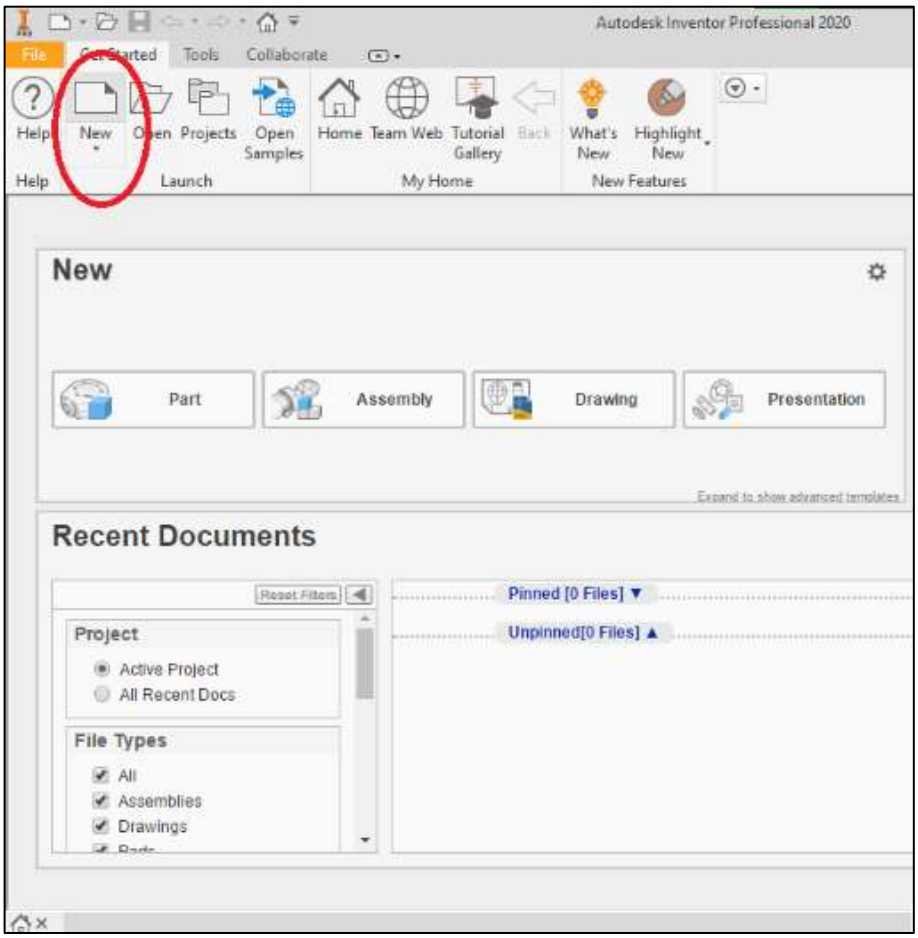


Figura 90 – Abra o projeto e selecione a opção New.

b) Na Pop Up que será aberta, amplie as opções de template (em-US) e selecione a opção Metric. Abaixo, confirme se o arquivo de projeto está correto. Acima, no menu de contexto Part, escolha (com um duplo clique) a opção Standard em mm

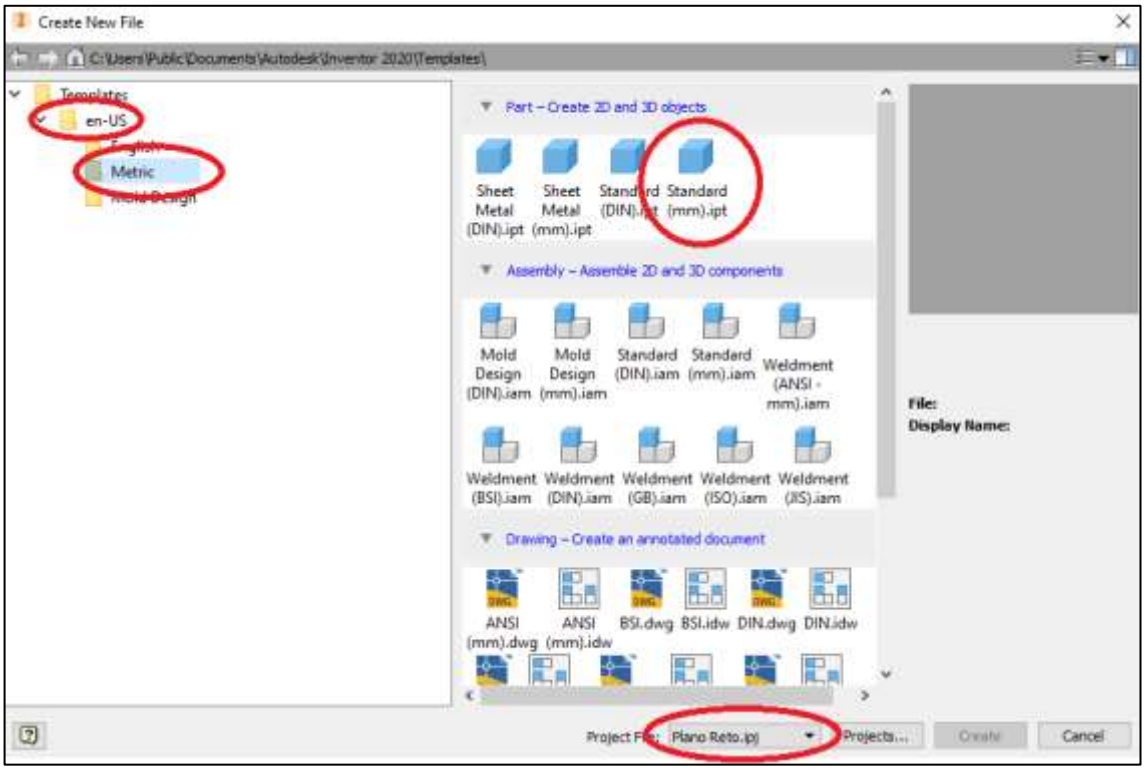


Figura 91 – Amplie os templates, selecione Metric, confira o projeto e dê duplo clique em Standard (mm).

c) Na tela inicial, navegue até a aba Tools, e clique em application Options

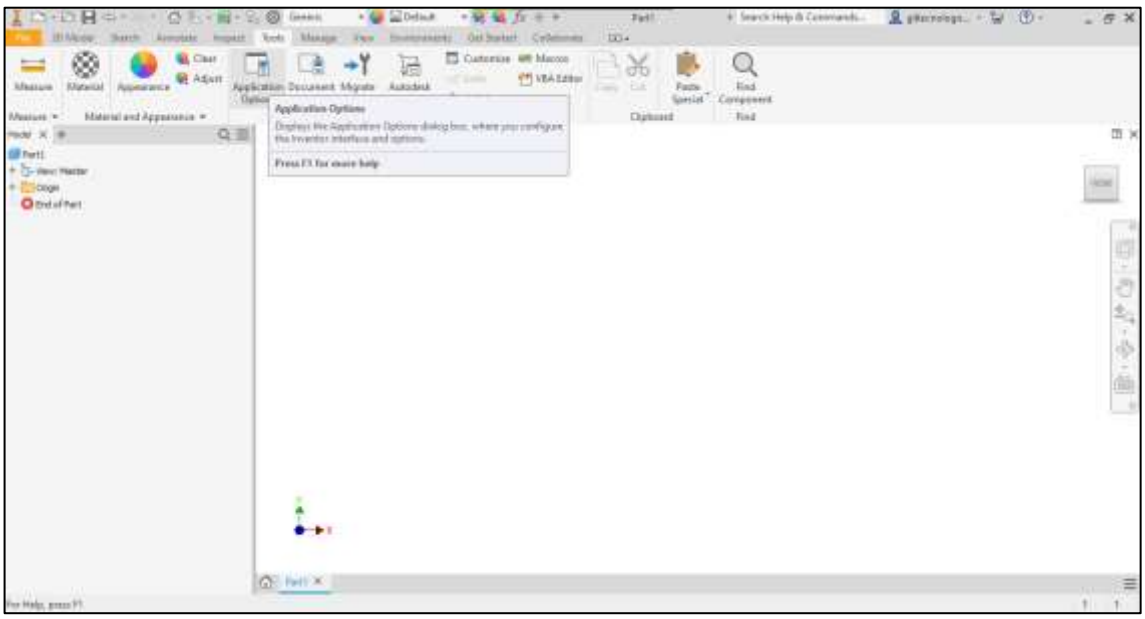


Figura 92 – Selecione Application Options.

d) No menu que será aberto, faremos alterações em duas abas: Colors e Display. Na primeira, selecione a opção Presentation e 1 Color (isto deixará o plano de fundo idêntico ao nosso trabalho. Na segunda, marque as opções Reverse Direction e Zoom to Cursor. Então, clique em OK.

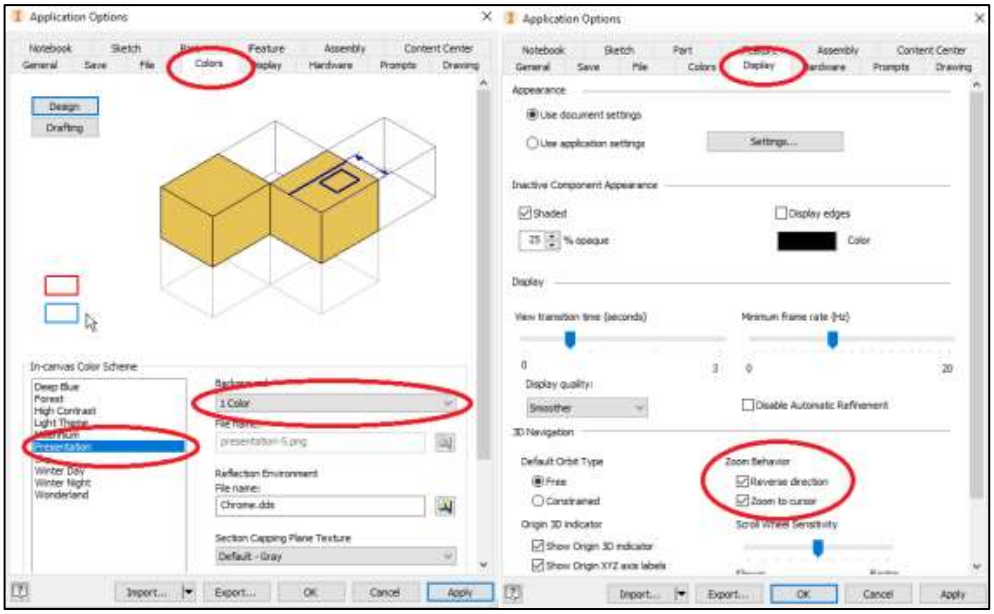


Figura 93 – Aba Color, Presentation e 1 Color. Aba Display, Reverse Direction e Zoom to Cursor.

CRIANDO OS COMPONENTES DO PLANO RETO

Incialmente precisaremos criar os 2 componentes, plano inclinado e bloco de 0,5 kg. Optamos por fazer o plano inclinado como um bloco triangular com dimensões de 6.000 mm de base x 1.500 de largura e altura suficiente para o ângulo de 30º. Para melhor visualizar o bloco, o faremos com dimensões 500 x 500 x 500 mm. Aqui temos mais uma oportunidade de aprendizagem com os alunos, perguntando qual seria a densidade do material de um bloco com as dimensões 500 x 500 x 500 mm, para que o peso seja 0,5 kg.

Procedimentos Bloco do Plano Inclinado:

a) Após abrir o projeto e escolher a opção Part (ver configurações iniciais), selecione a opção 2D Sketch. Aparecerão os planos básicos da modelagem, e a visualização mudará para projeção ortogonal.

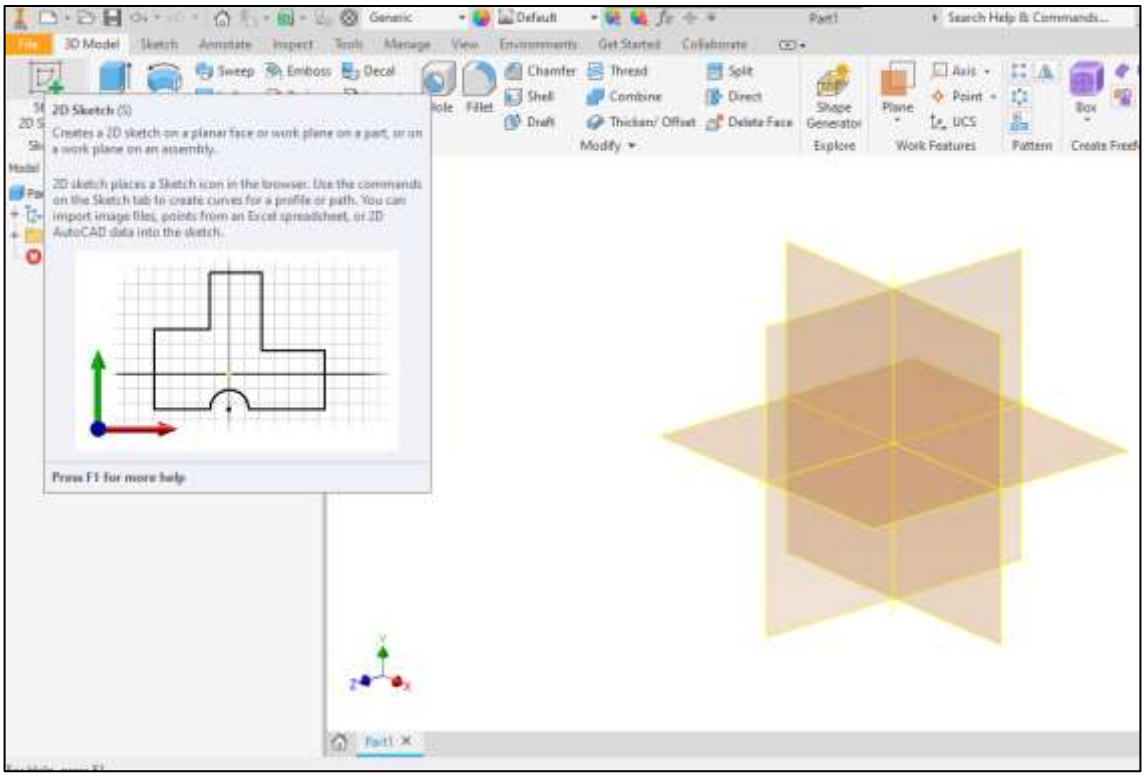


Figura 94 – Selecione 2D Sketch.

b) Selecione o Plano XY de trabalho.

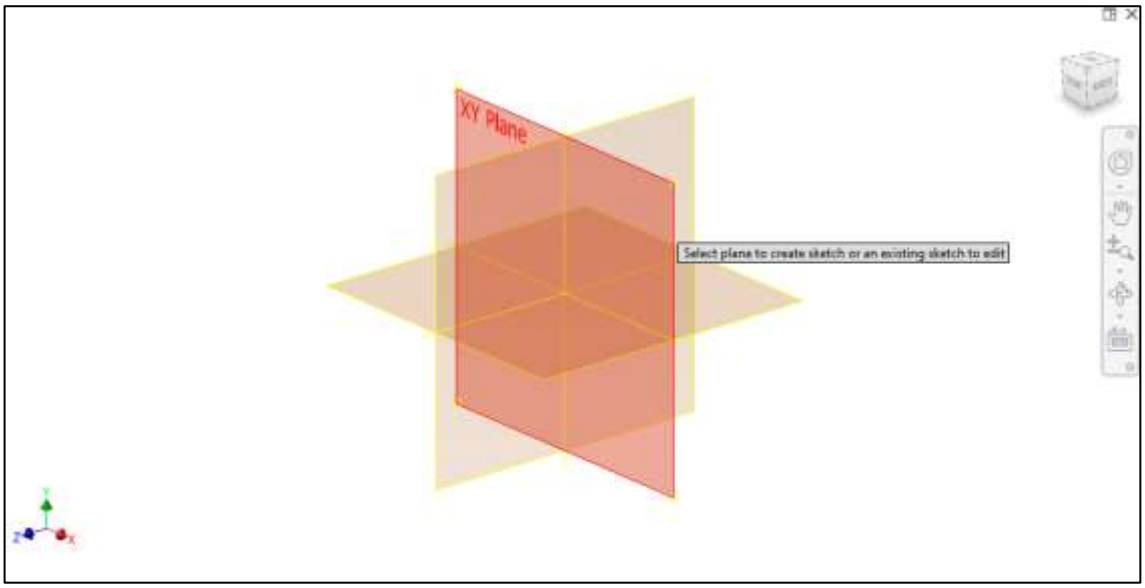


Figura 95 – Selecione o Plano XY de trabalho.

c) Será observado que o projeto mudará para a Aba Sketch. Na árvore de processos, ficará habilitado somente a opção do Sketch1 (que está em desenvolvimento) e os demais ficarão congelados (em cor cinza). Somente após selecionar Finish Sketch, retornaremos à Página Inicial (não faça isto agora!).

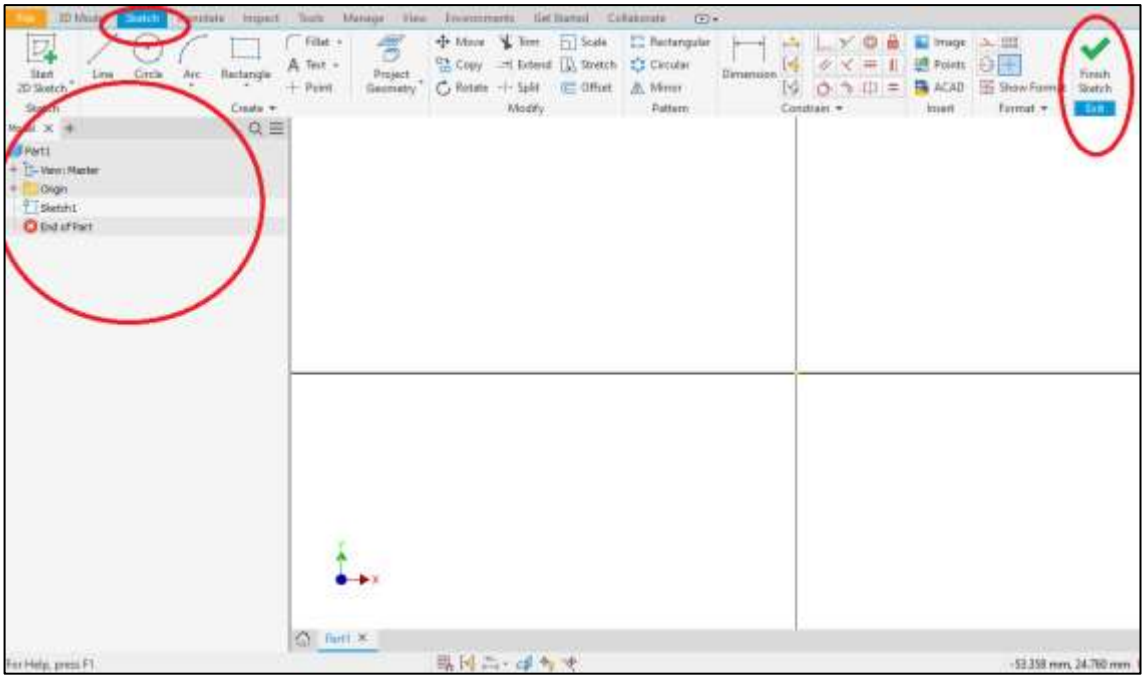


Figura 96 – Demonstração do ambiente de desenho.

d) Agora faremos a seção do componente a ser criado. Para isto, selecione a opção line.

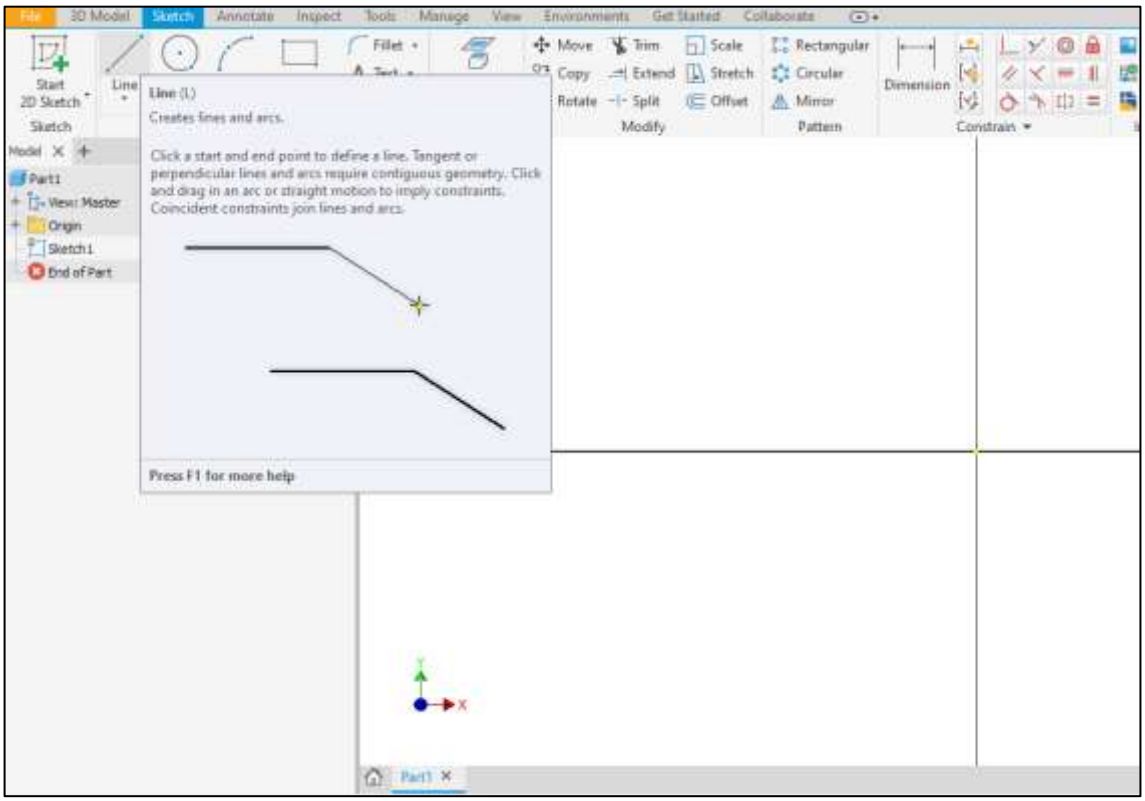


Figura 97 – Opção Line.

e) Ao aproximar-se da coordenada 0,0, devido a um recurso nativo do software chamada “magnetismo”, o cursor mudará de cor e será atraído para o ponto existente. Clique com o botão esquerdo, solte e movimente o mouse. Será observada a criação de uma linha com dimensões quaisquer.

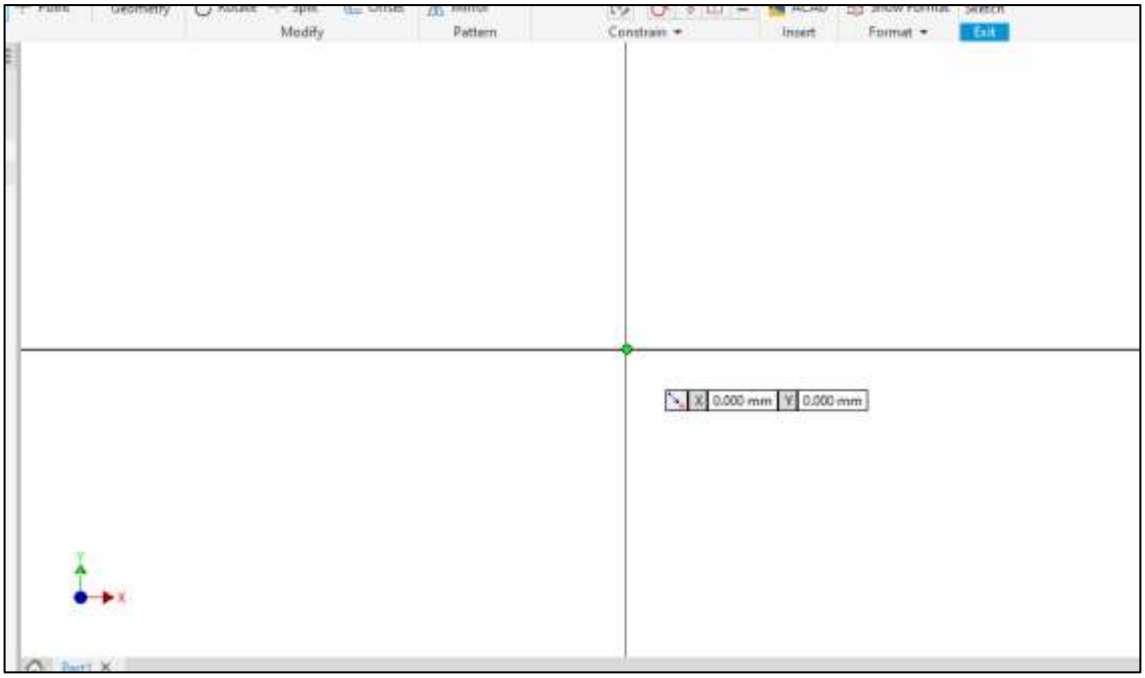


Figura 98 – Magnetismo para coordenada 0,0.

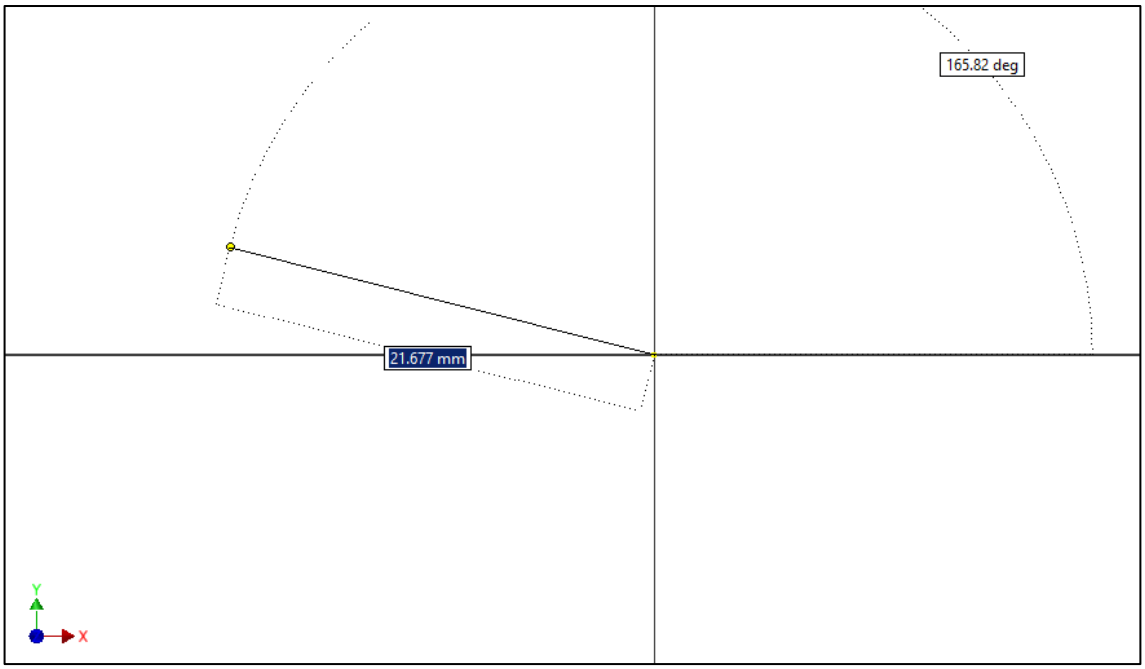


Figura 99 – Linha sendo criada.

f) Os eixos também possuem magnetismo, iremos aproveitar para traçar o triângulo fixo aos eixos.

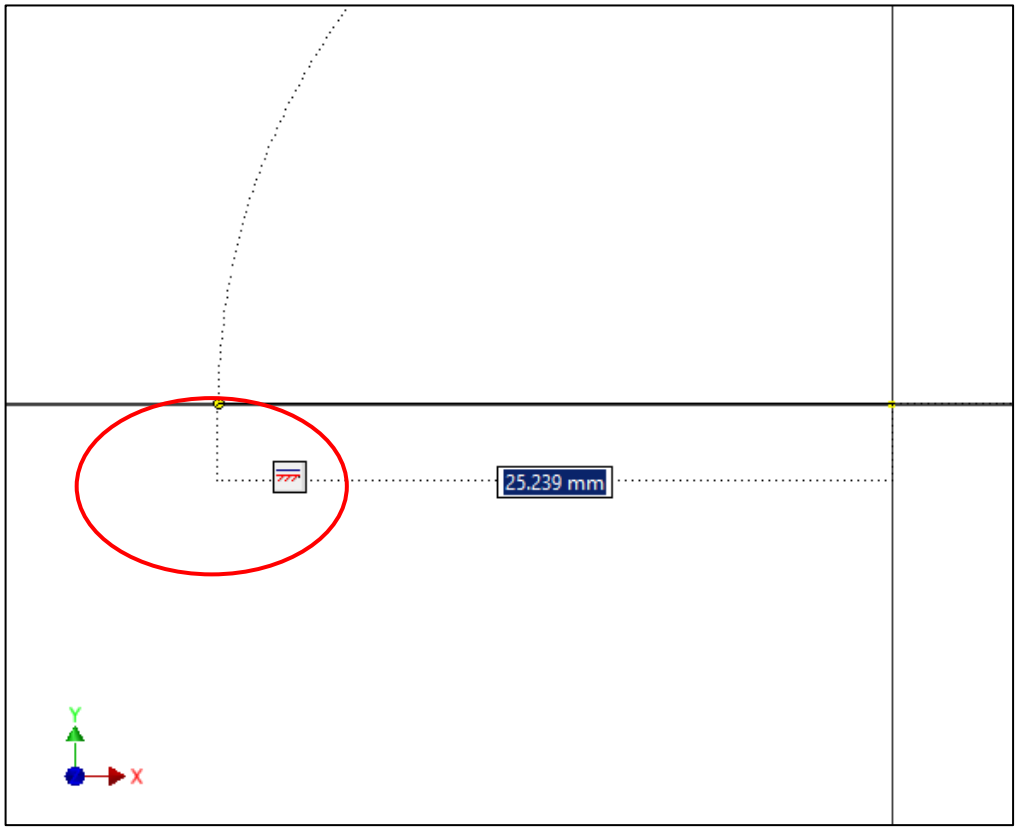


Figura 100 – Magnetismo no eixo.

g) O inventor possuí modo de desenho livre. Isto quer dizer que ao desenhar o objeto, não é necessário fazê-lo com precisão de dimensões. Podemos fazer o triângulo, aproveitando o magnetismo com dimensões quaisquer e após isto, definir quais serão suas medidas. Com um clique simples da linha, iremos criando as arestas do triângulo retângulo.

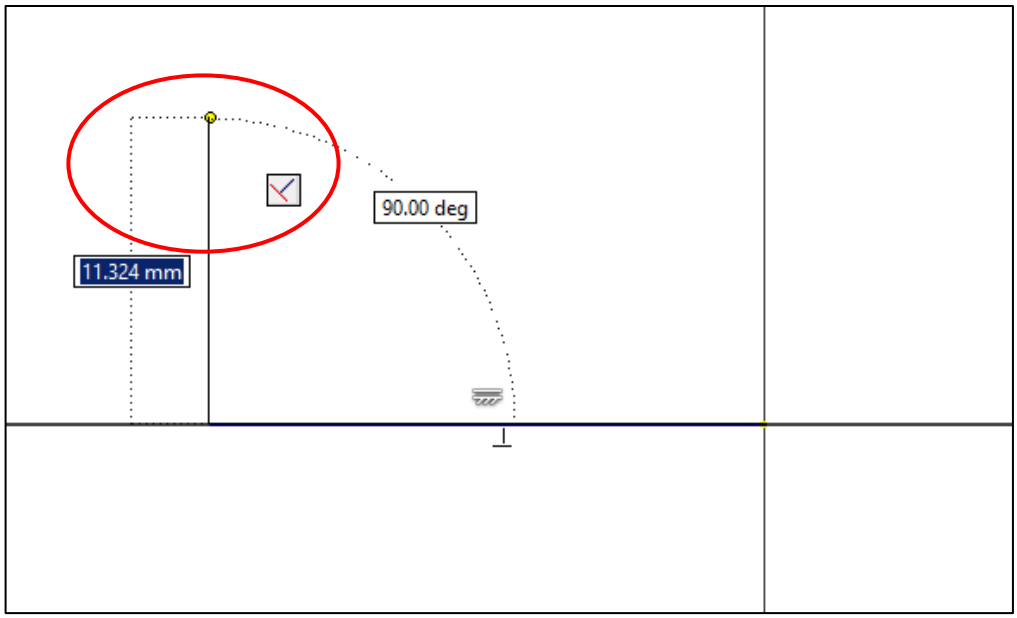


Figura 101 – Base criada, magnetismo do eixo vertical.

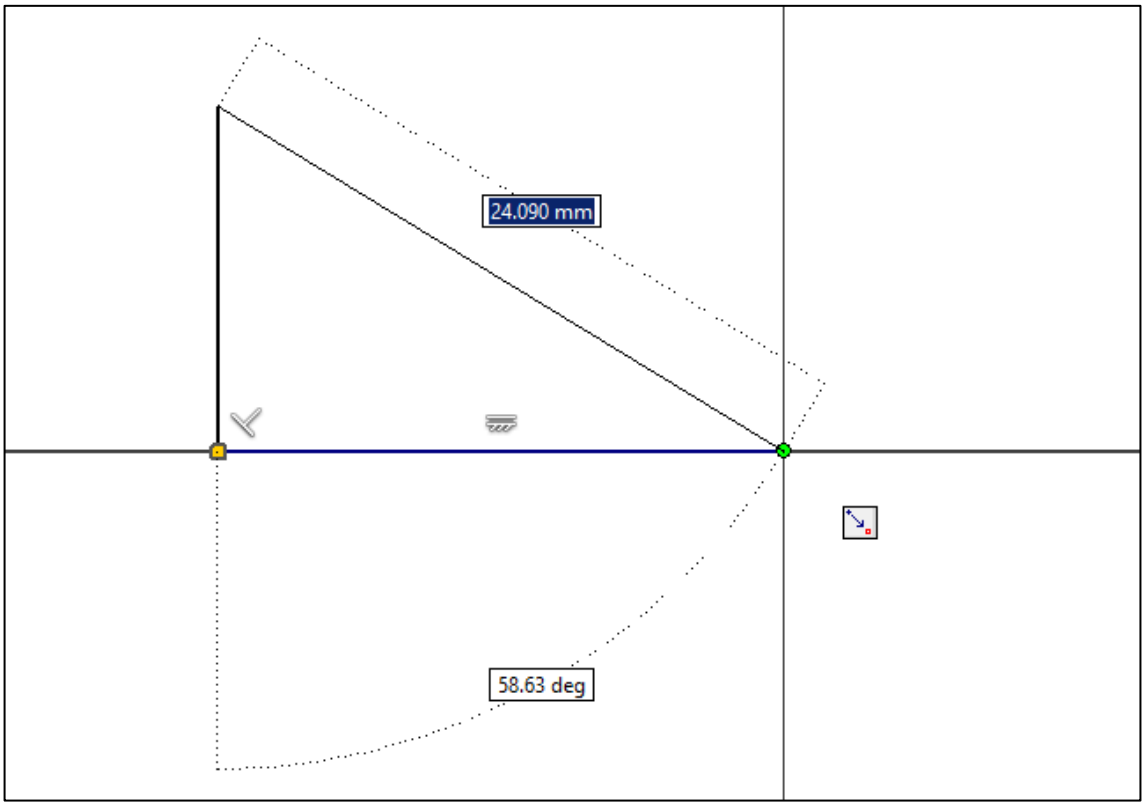


Figura 102 – Fechamento do triângulo retângulo aproveitando o magnetismo da coordenada 0,0.

h) Para atribuir as dimensões, selecionamos a opção dimensions.

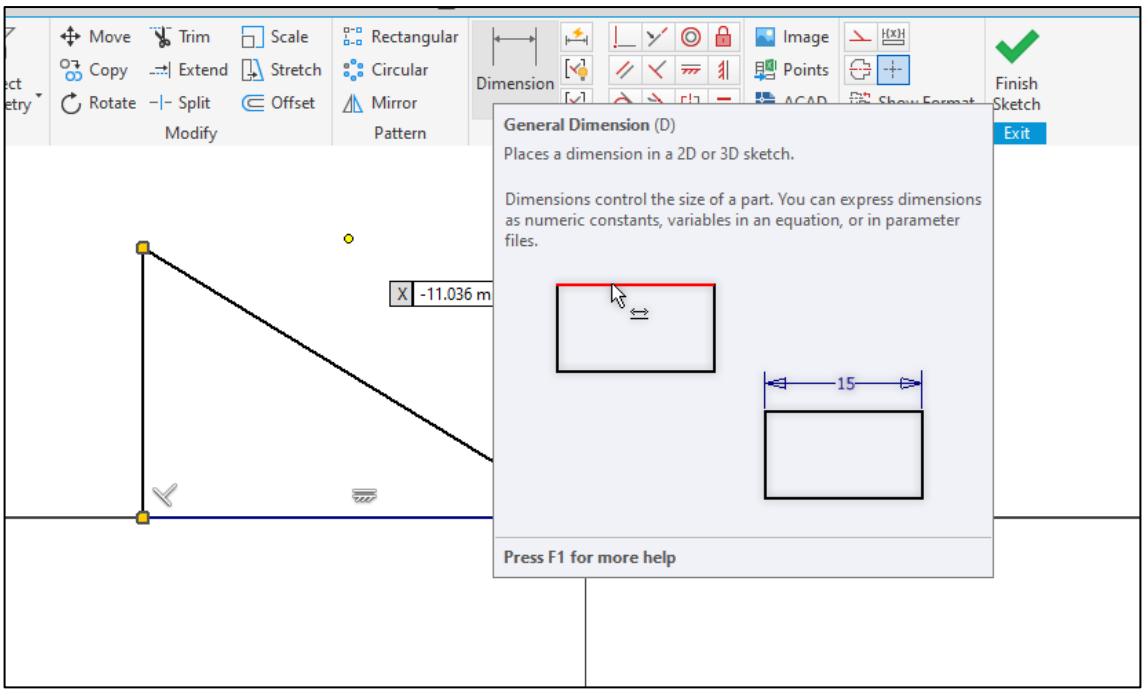


Figura 103 – Opção Dimensions.

i) Com a opção dimensions habilitada, ao levar o mouse próximo à aresta, notaremos que ela mudará para vermelho. Então clique com o botão esquerdo e solte, movendo o mouse para o lado, você verá surgirá uma cota com a dimensão atribuída aleatoriamente.

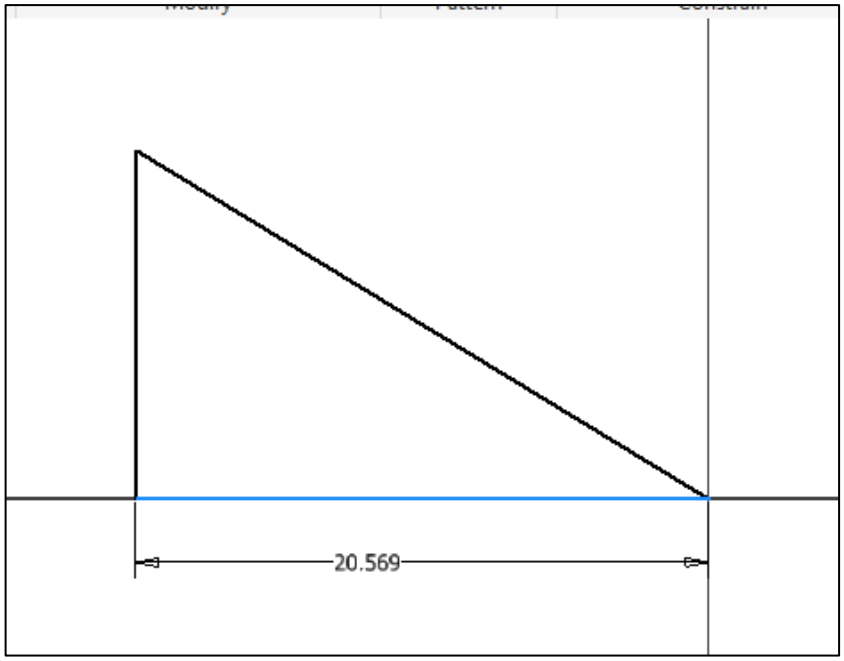


Figura 104 – Criando Dimension.

j) Clique e solte com o botão esquerdo. Aparecerá o valor da cota para edição. Digite a dimensão da base do bloco de base para o plano inclinado (6000 mm) e aperte Enter. Não se assuste, o zoom irá alterar... basta rotacionar o scrool do mouse para uma ampliação melhor do componente. A altura poderá ficar muito pequena, mas não há problema, iremos ajustar no próximo passo.

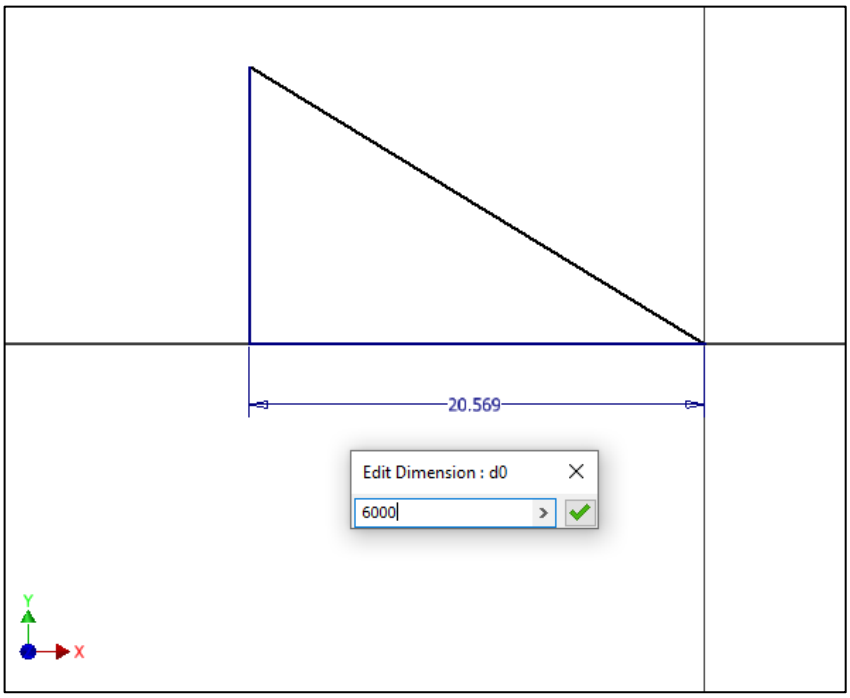


Figura 105 – Determinando a cota para base do bloco.

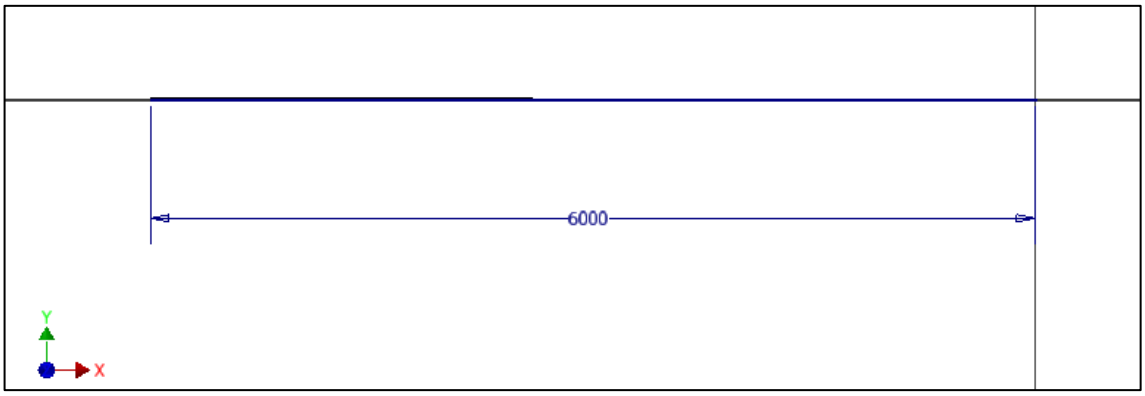


Figura 106 – Dimensão da base criada.

k) Para atribuir o ângulo, criaremos a cota entre a base e a aresta inclinada, clicando em ambas, uma por vez. Atente-se para o ângulo ficar interno ao triângulo.

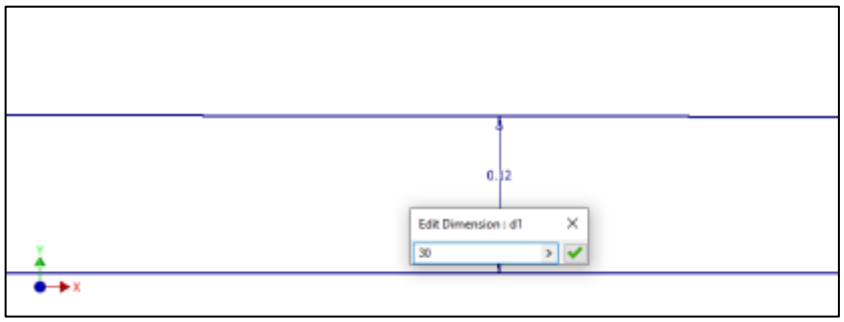


Figura 107 –Dimensão do ângulo sendo criada, insira o valor de 30 graus.

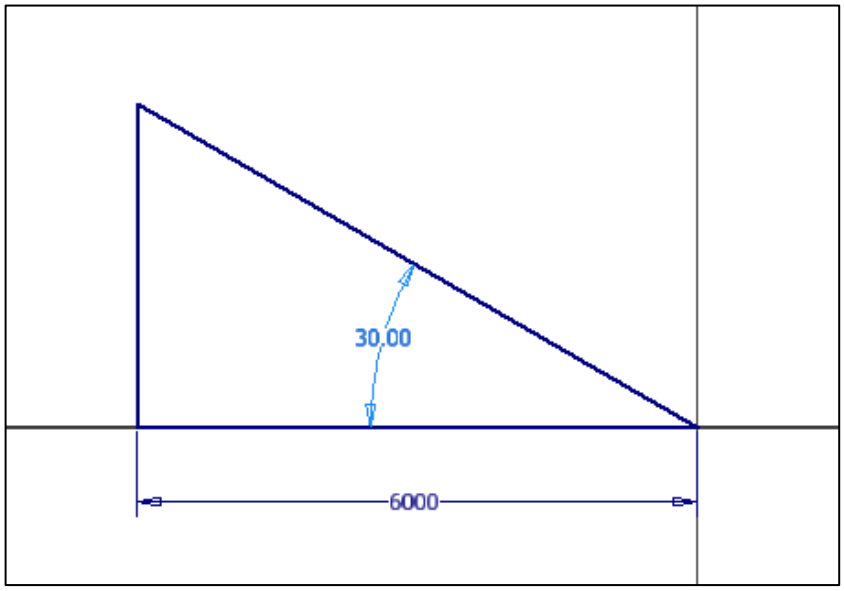


Figura 108 –Triângulo criado.

l) Para sair do comando Dimensions, aperte a tecla Esc do teclado. Então Finalize o Sketch. Não se assuste, possivelmente o zoom ficará fora de padrão, basta utilizar o scrool do mouse.

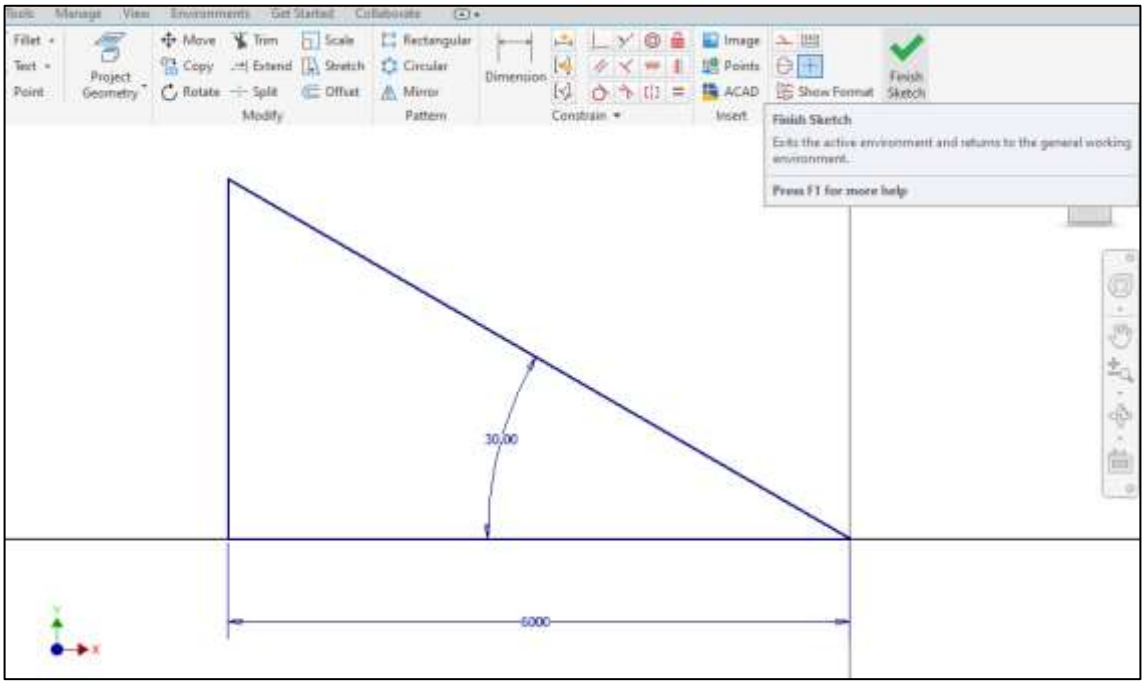


Figura 109 – Finalizando o desenho.

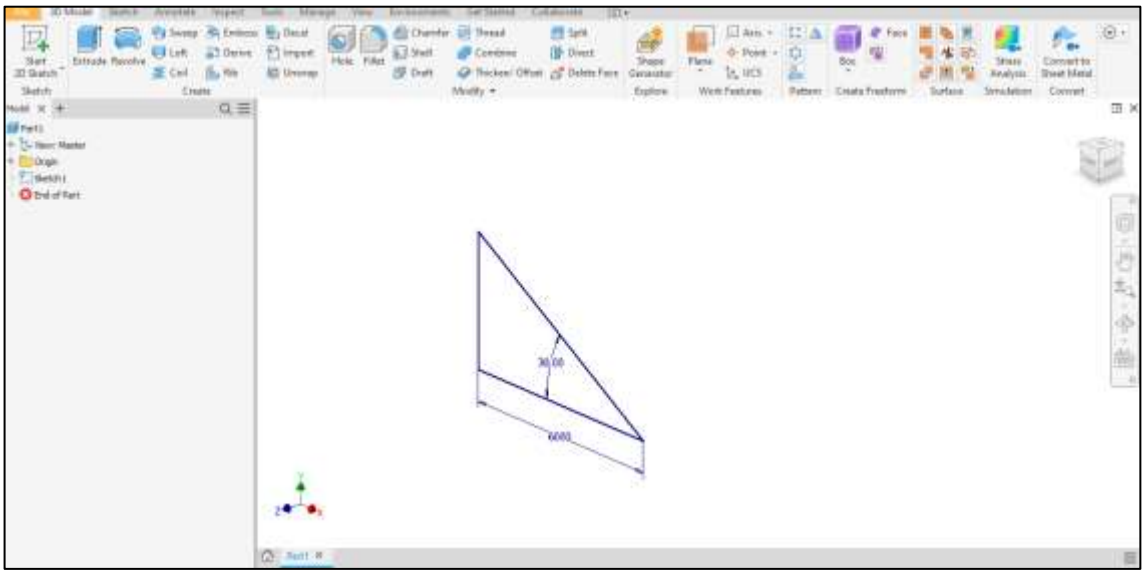


Figura 110 – Retorno à tela principal do ambiente Part com o desenho criado.

m) Agora, iremos transformar a figura plana em um sólido geométrico. Para isto, utilizaremos a opção Extrude, na aba 3D Model.

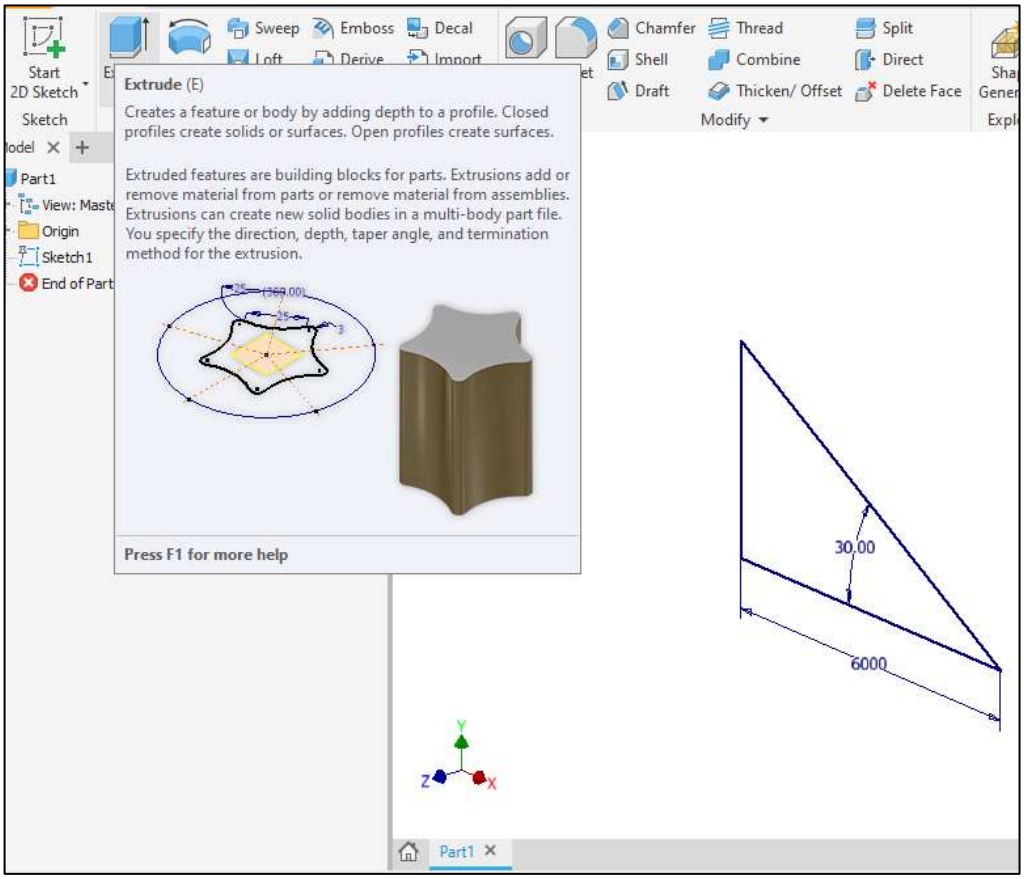


Figura 111 – Selecione a opção Extrude.

n) Haverá uma Pop Up referente ao Extrude. Marque a opção para extrudar pelo plano de centro e insira a dimensão do comprimento do bloco, 6000 mm e dê OK. Para poder observar o bloco, ajuste o zoom com o Scrool.

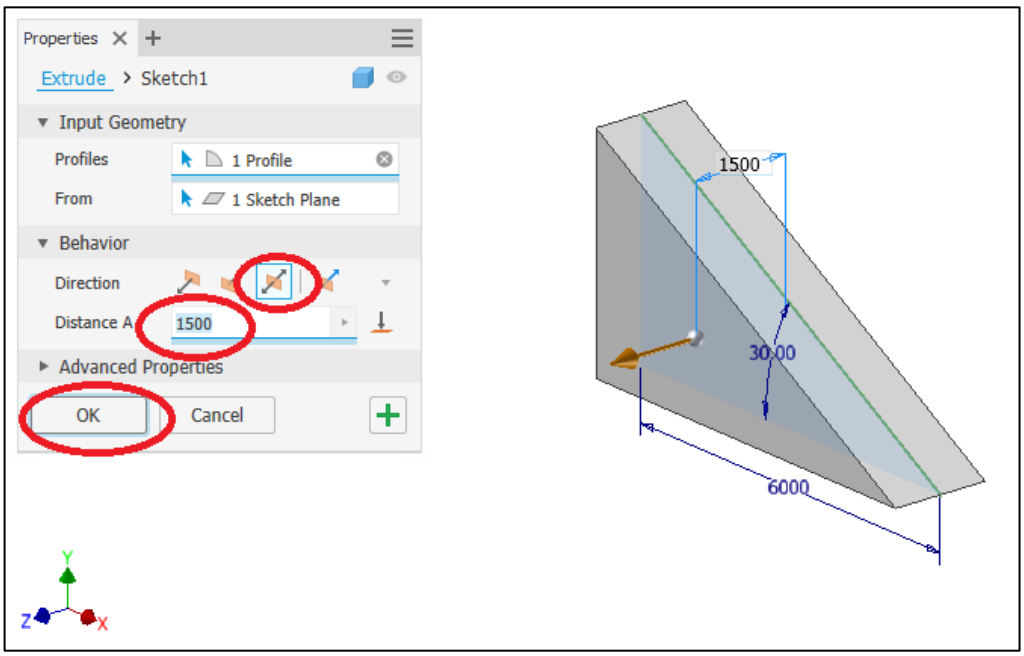


Figura 112 – Executando o Extrude.

o) Você pode modificar a cor de seu componente. Para isto, basta clicar na paleta de cores e selecionar. Utilizaremos a cor “Smooth – Black”, mas sugerimos apenas que sejam escolhidas cores contrastantes.

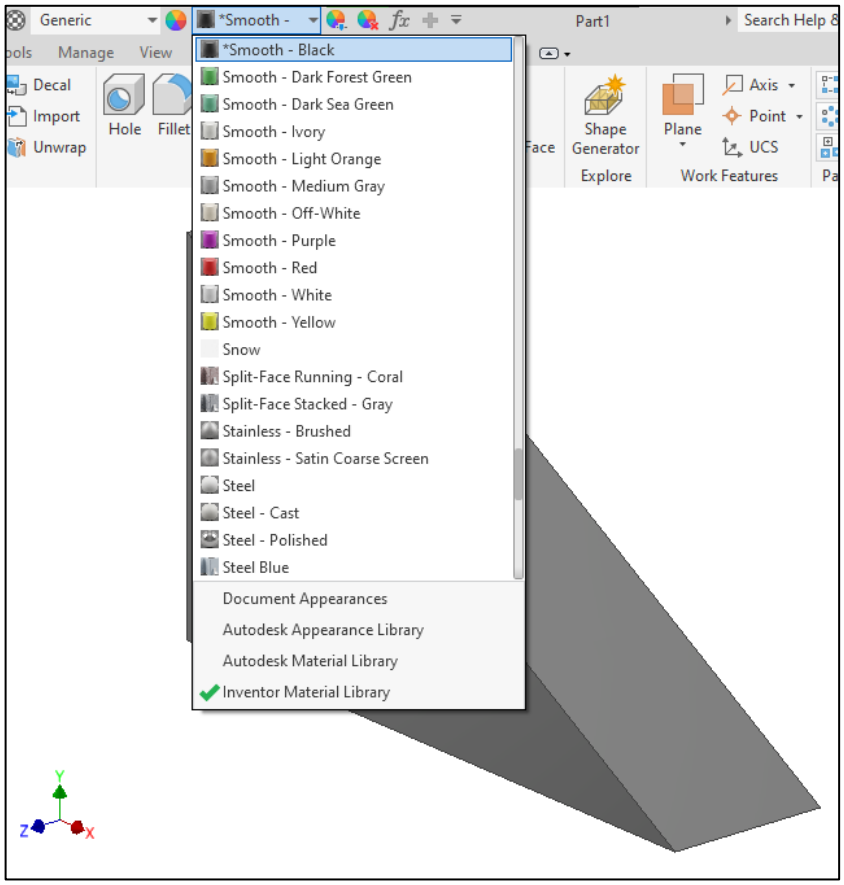


Figura 113 – Selecionando uma nova cor.

p) Para finalizar, salve o componente clicando no disquete da barra superior. Será aberta uma Pop Up que já estará na pasta onde o arquivo do projeto estiver salvo. Dê um nome para o arquivo, sugerimos “BLOCO BASE_PLANO INCLINADO”.

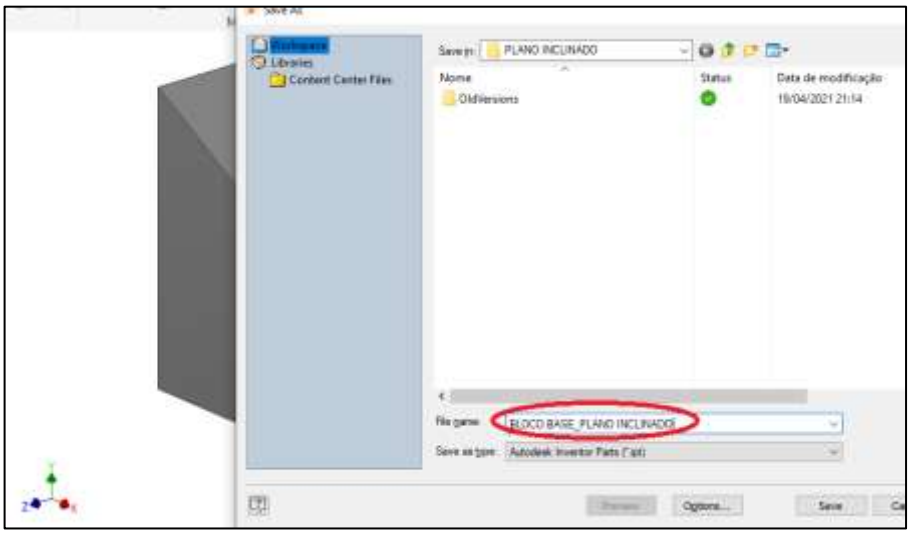


Figura 114 – Salvando o Bloco base do Plano Inclinado Reto.

Procedimentos Bloco móvel (dimensões 500 x 500 x 500 mm):

a) Primeiramente, repita as operações de a) à c) da criação do bloco de base. Então faremos a seção do componente a ser criado. Para isto, selecione a opção rectangle, clicando na seta de contexto e na 3ª opção (Two Point Center). Está opção irá criar um retângulo selecionando seu centro e desenvolvendo suas dimensões de aresta.

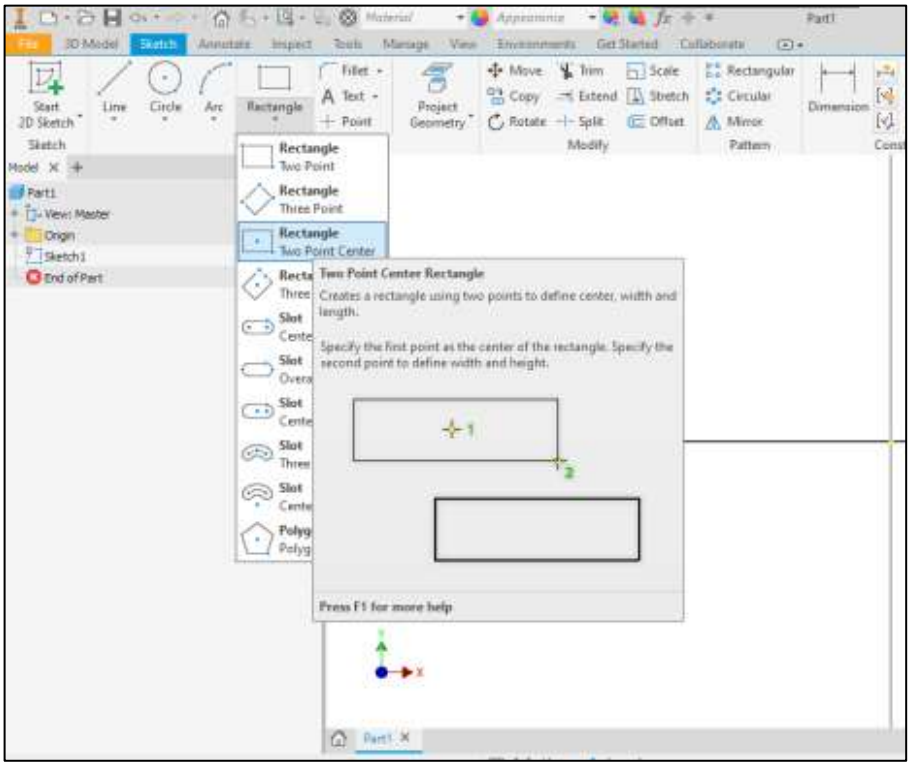


Figura 115 – Opção Rectangle, Two Point Center.

b) Ao aproximar-se da coordenada 0,0, devido a um recurso nativo do software chamada “magnetismo”, o cursor mudará de cor e será atraído para o ponto existente. Clique com o botão esquerdo, solte e movimente o mouse. Será observado a criação de um retângulo com dimensões quaisquer.

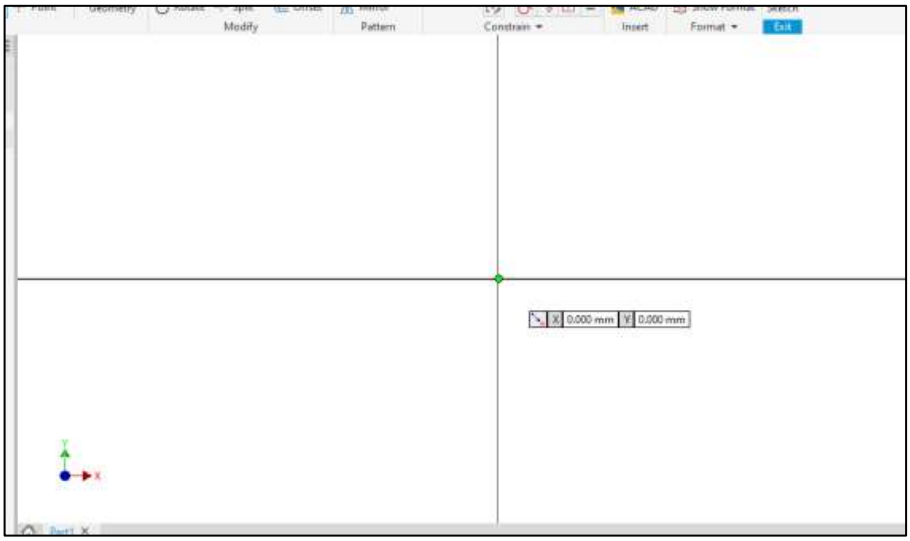


Figura 116 – Magnetismo para coordenada 0,0.

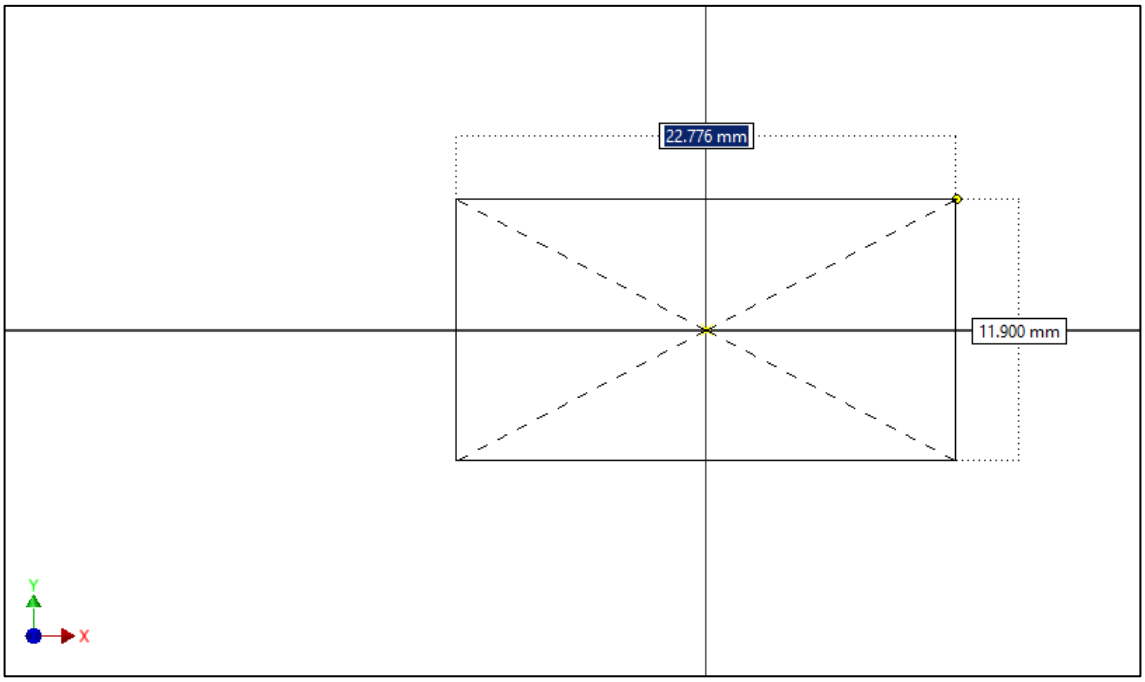


Figura 117 – Retângulo sendo criado.

c) O inventor possuí modo de desenho livre. Isto quer dizer que ao desenhar o objeto, não é necessário fazê-lo com precisão de dimensões. Podemos fazer um retângulo de dimensões quaisquer e após isto, definir quais serão suas medidas. Clique em qualquer ponto da tela, apenas para criar o retângulo.

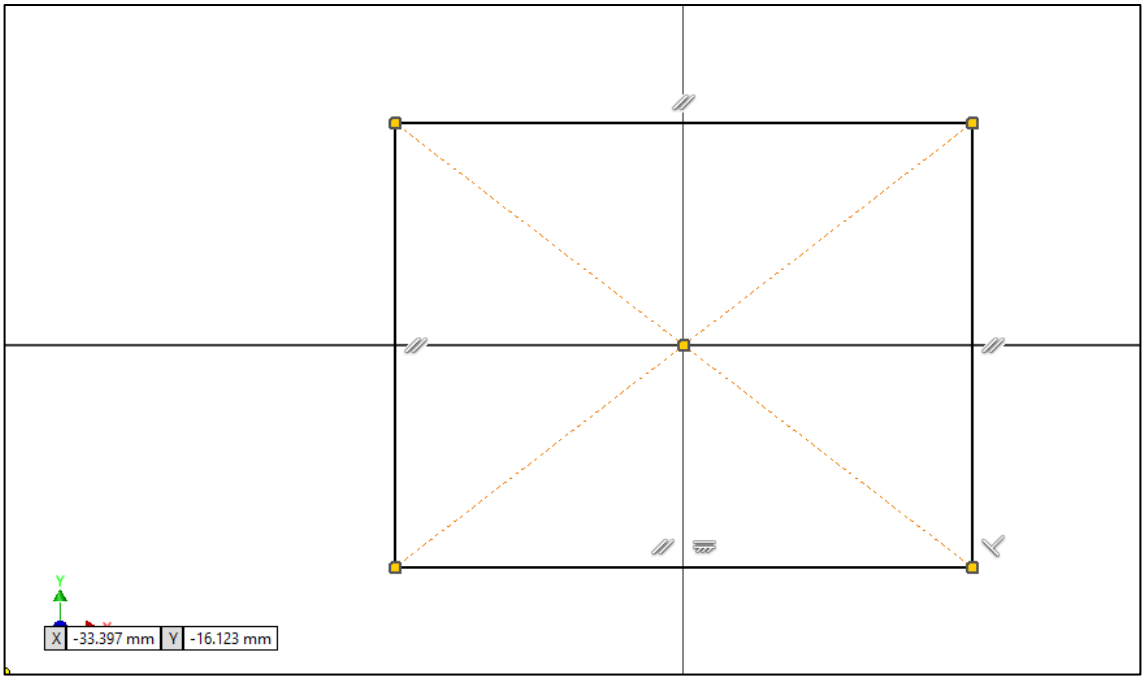


Figura 118 – Retângulo criado com dimensões quaisquer.

d) Para atribuir as dimensões, selecionamos a opção dimensions.

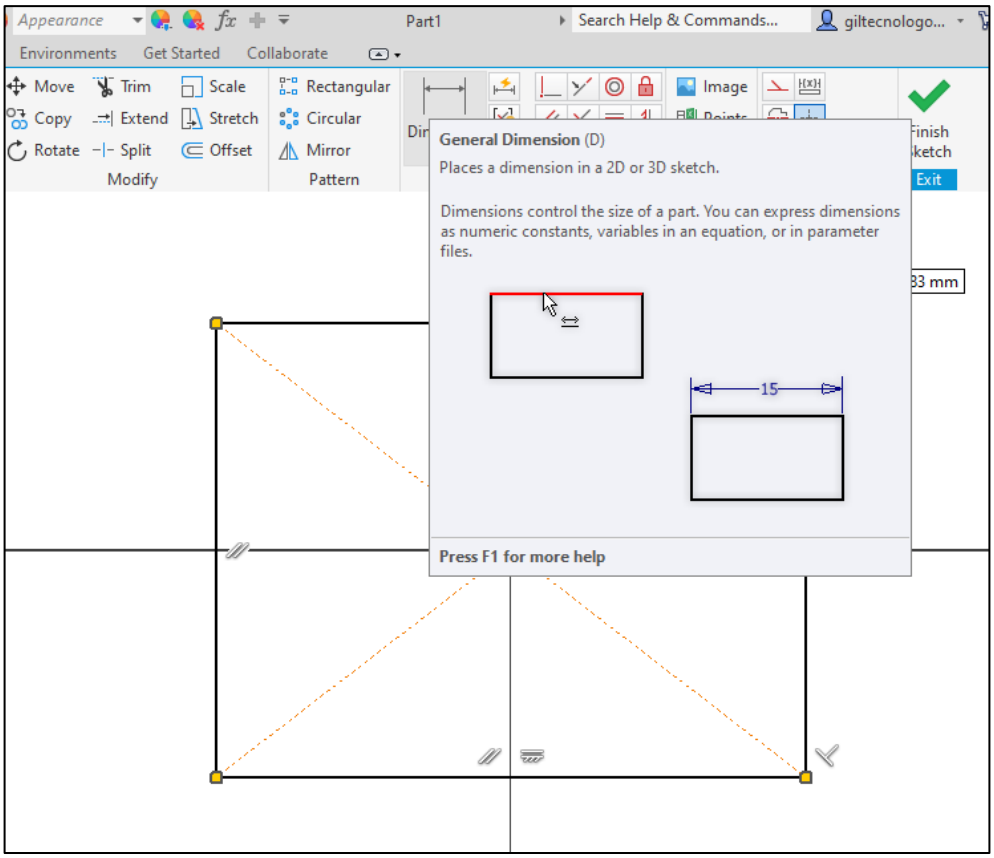


Figura 119 – Opção Dimensions.

e) Com a opção dimensions habilitada, ao levar o mouse próximo à aresta, notaremos que ela mudará para vermelho. Então clique com o botão esquerdo e solte, movendo o mouse para o lado, você verá surgirá uma cota com a dimensão atribuída aleatoriamente no item f).

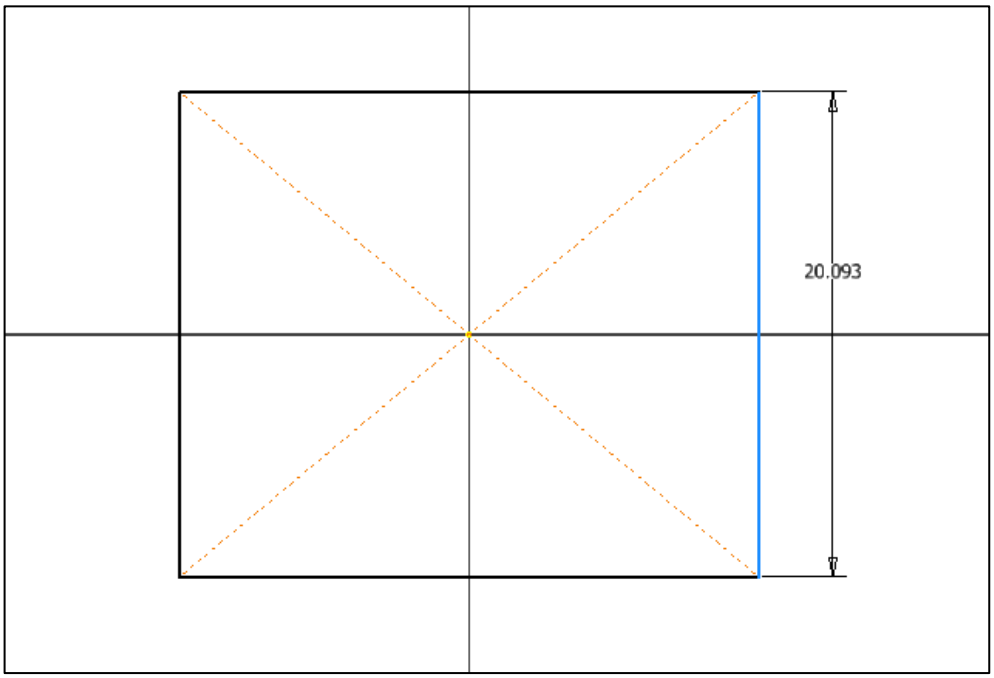


Figura 120 – Criando Dimension.

f) Clique e solte com o botão esquerdo. Aparecerá o valor da cota para edição. Digite a dimensão da altura do bloco de base para o plano reto (500 mm) e aperte Enter. Não se assuste, o zoom irá alterar... basta rotacionar o scrool do mouse para uma ampliação melhor do componente.

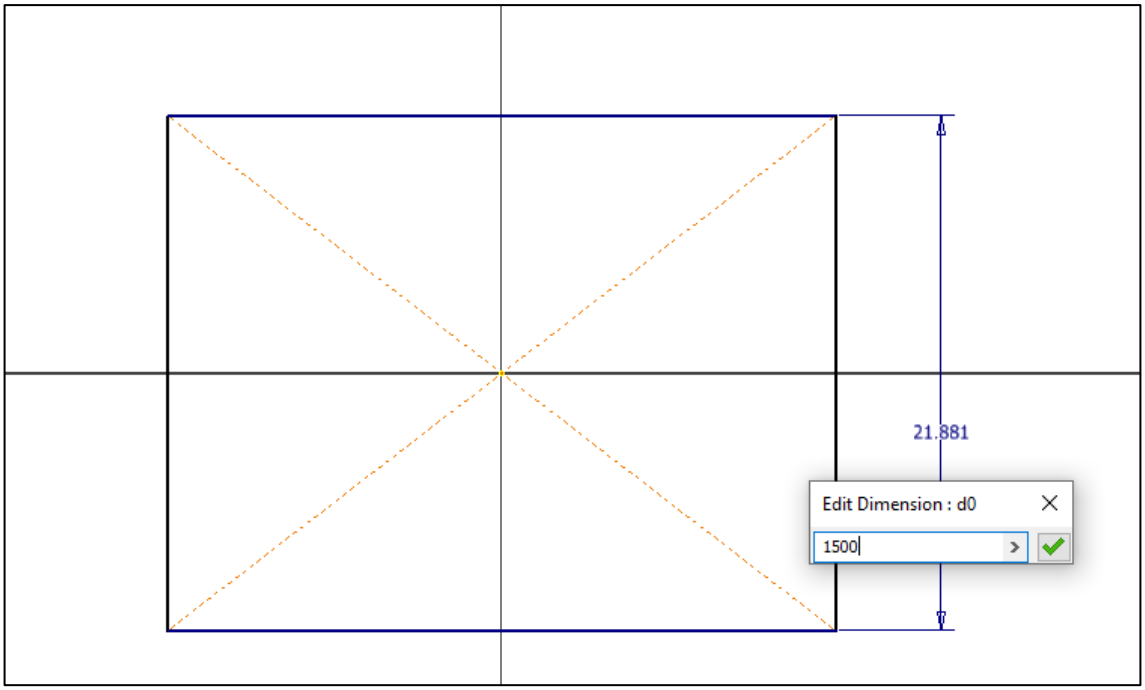


Figura 121 – Determinando a cota para altura do bloco.

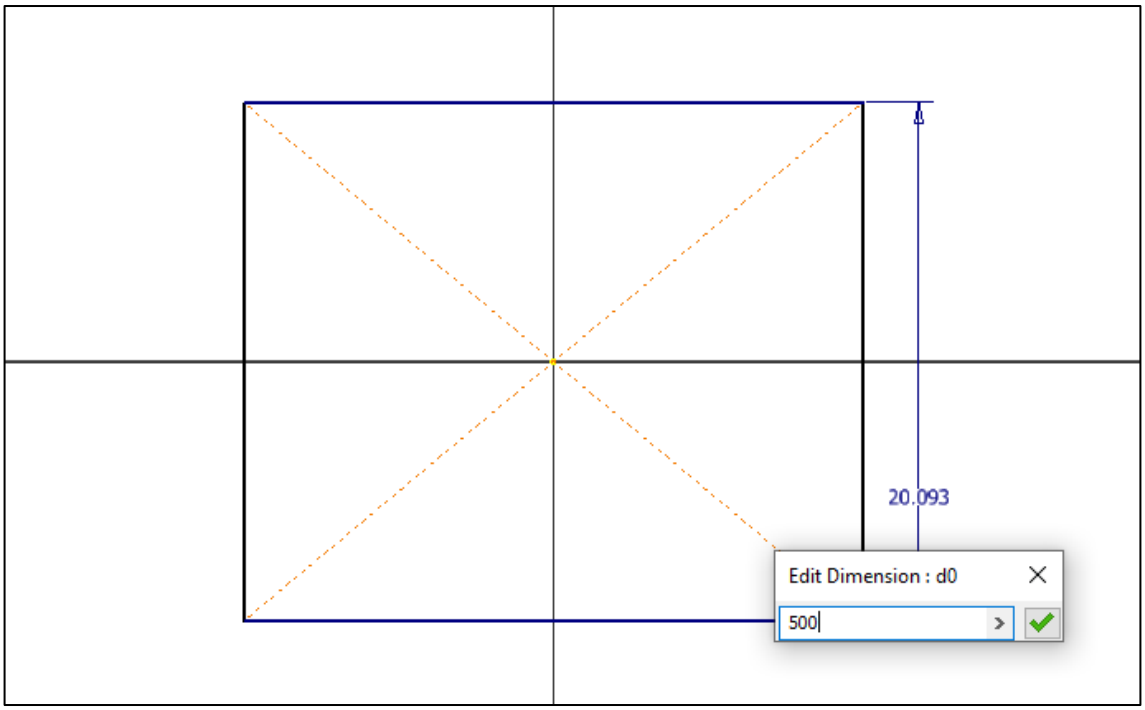


Figura 122 – Dimensão da altura criada.

g) Repita os procedimentos de g) até i) para definição da largura, 500 mm. Você notará que as arestas ficarão em cor azul.

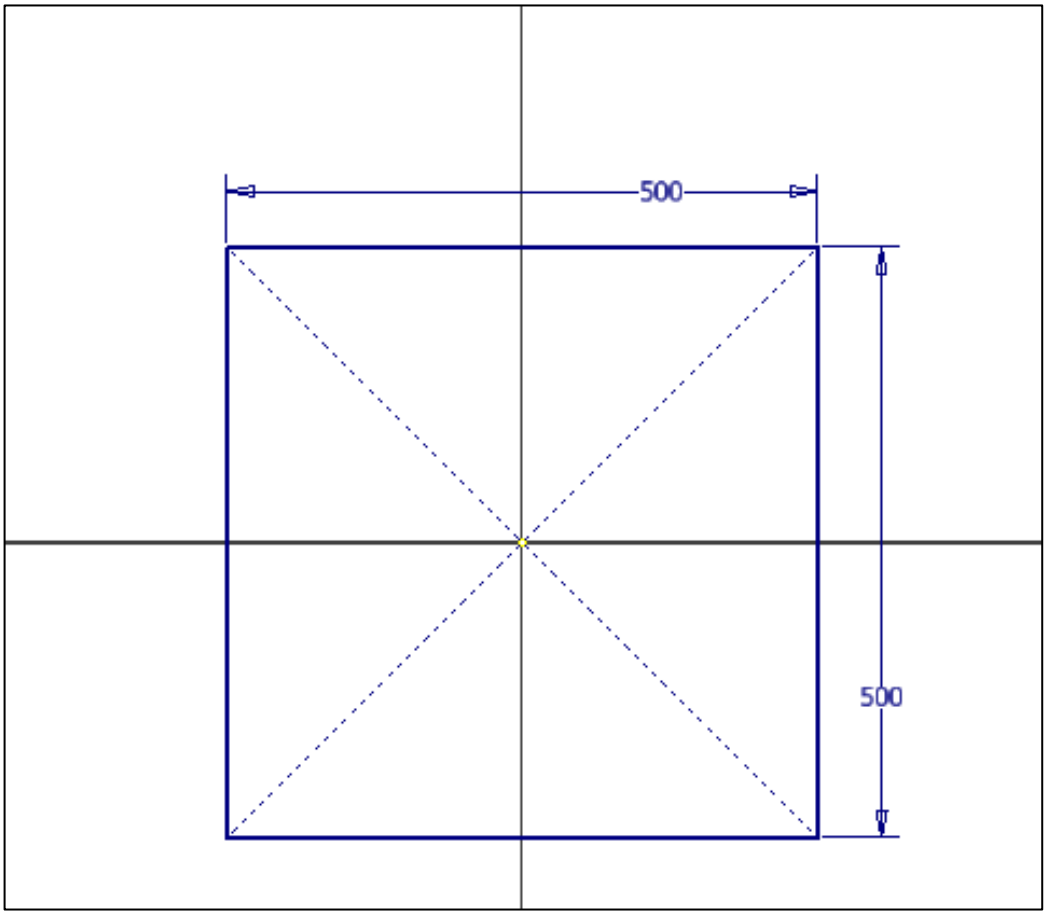


Figura 123 – Ambas as dimensões criadas.

h) Para sair do comando Dimensions, aperte a tecla Esc do teclado. Então Finalize o Sketch. Não se assuste, possivelmente o zoom ficará fora de padrão, basta utilizar o scrool do mouse.

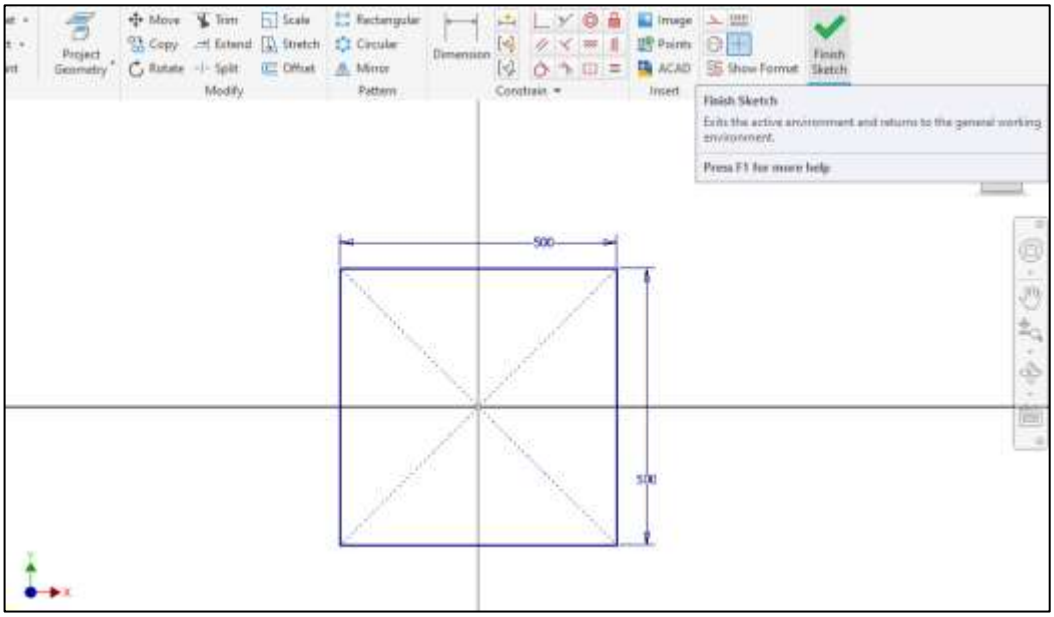


Figura 124 – Finalizando o desenho.

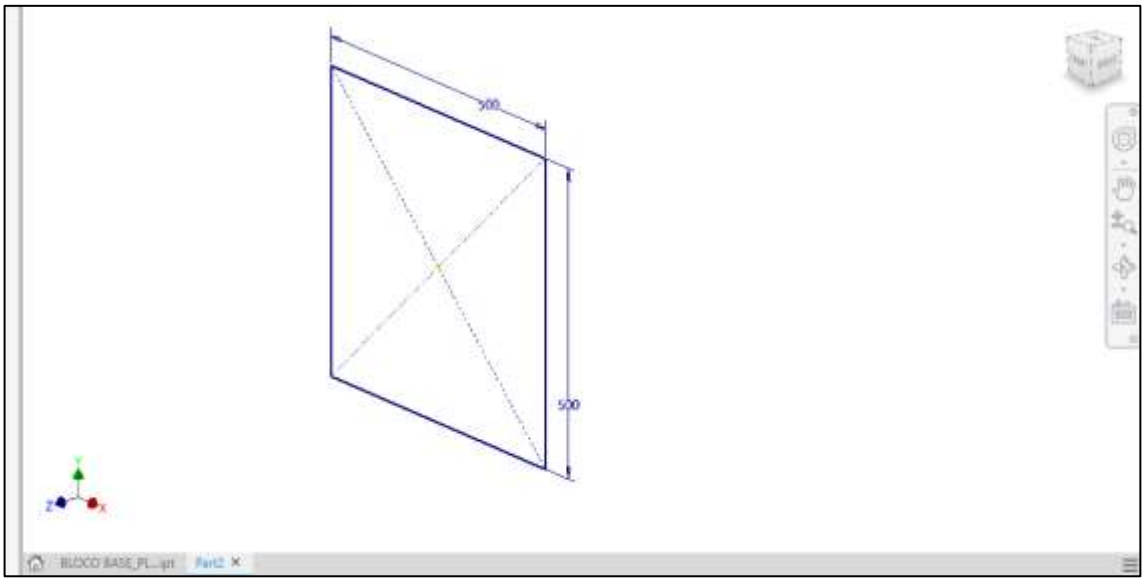


Figura 125 – Retorno à tela principal do ambiente Part com o desenho criado.

i) Agora, iremos transformar a figura plana em um sólido geométrico. Para isto, utilizaremos a opção Extrude, na aba 3D Model.

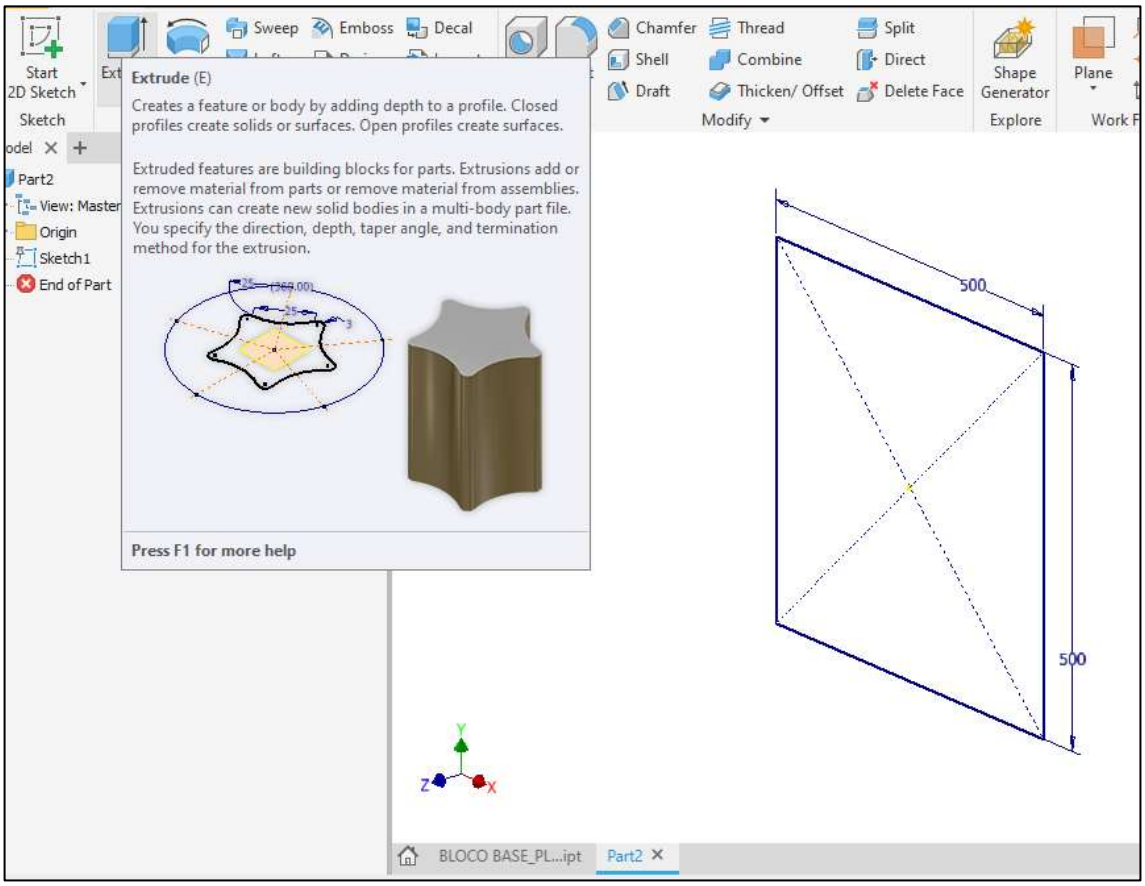


Figura 126 – Selecione a opção Extrude.

j) Haverá uma Pop Up referente ao Extrude. Marque a opção para extrudar pelo plano de centro e insira a dimensão do comprimento do bloco, 500 mm e dê OK. Para poder observar o bloco, ajuste o zoom com o Scrool.

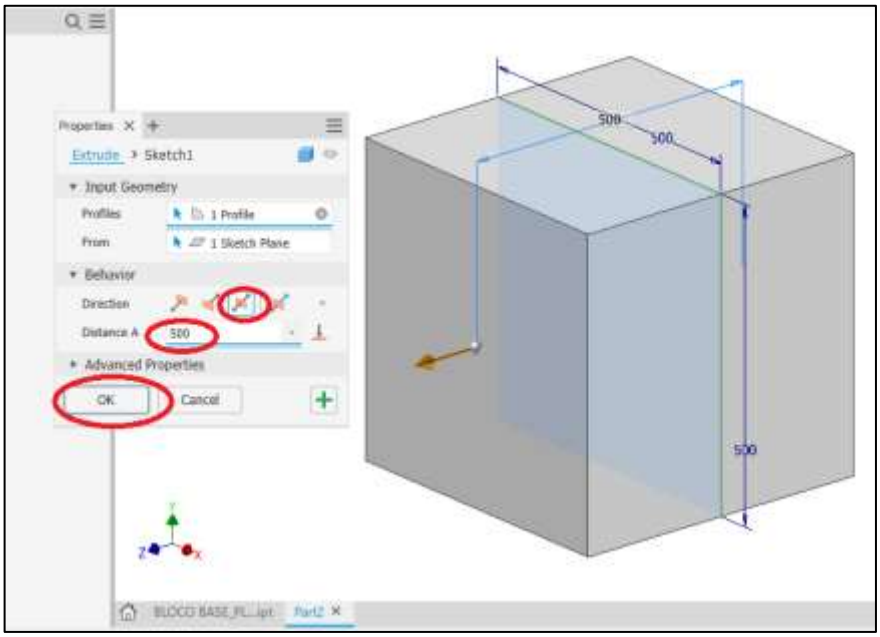


Figura 127 – Executando o Extrude.

k) Você pode modificar a cor de seu componente. Para isto, basta clicar na paleta de cores e selecionar. Utilizaremos a cor “Smooth – Purple”, mas sugerimos apenas que sejam escolhidas cores contrastantes.

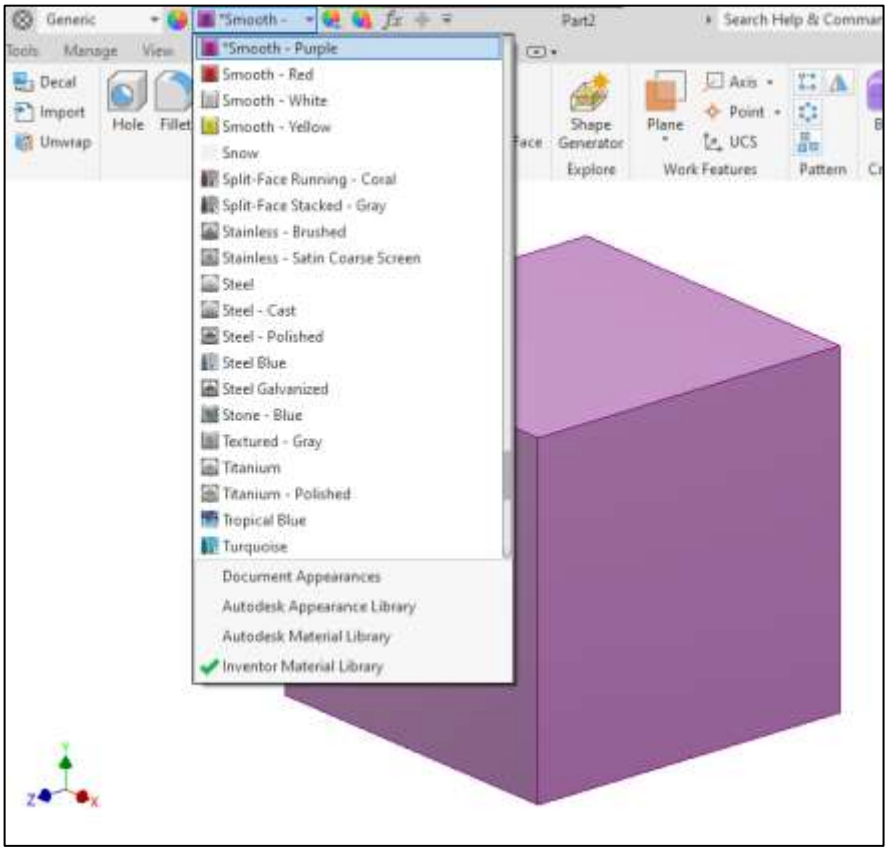


Figura 128 – Selecionando uma nova cor.

l) Antes de salvar o arquivo, iremos apenas atribuir a massa ao bloco, que será relevante para a simulação. Para atribuir a massa, na Árvore de Processos, clique com o botão direito sobre o nome do arquivo Part (provavelmente Part2). No menu de contexto que irá se abrir, selecione a opção iProperties.

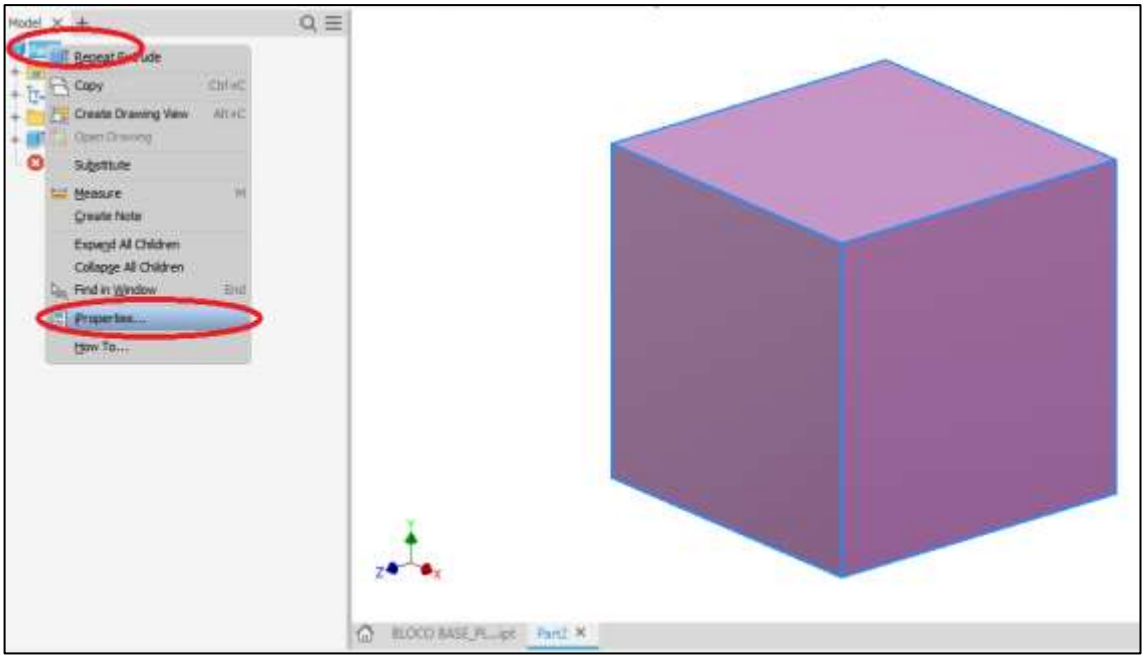


Figura 129 – Para atribuir a massa, selecione iProperties.

m) Na Pop Up que irá se abrir, selecione a aba Physical e clique em Mass. Digite o valor 0,5 (0,5 kg) e dê Enter. As características do componente irão se alterar. Note que a densidade também será calculada automaticamente. Após isto, a Pop Up poderá ser fechada.

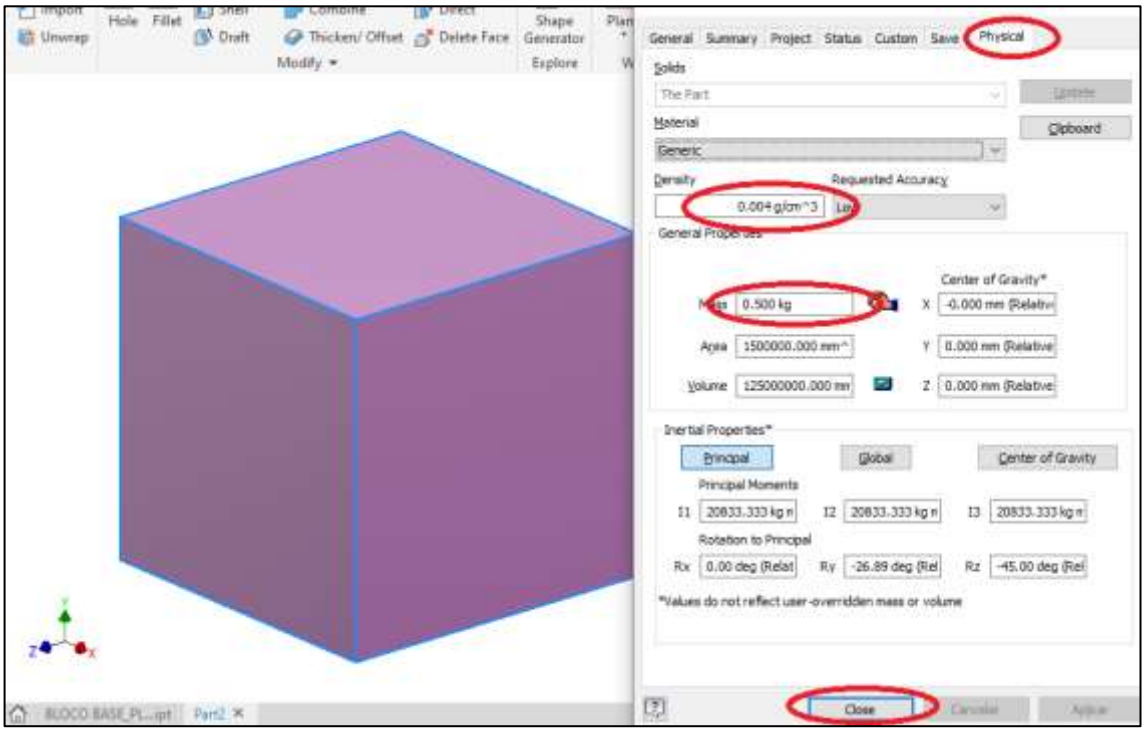


Figura 130 – Atribuição da Massa ao bloco.

n) Para finalizar, salve o componente clicando no disquete da barra superior. Será aberta uma Pop Up que já estará na pasta onde o arquivo do projeto estiver salvo. Dê um nome para o arquivo, sugerimos “BLOCO DESLIZANTE_PLANO INCLINADO”.

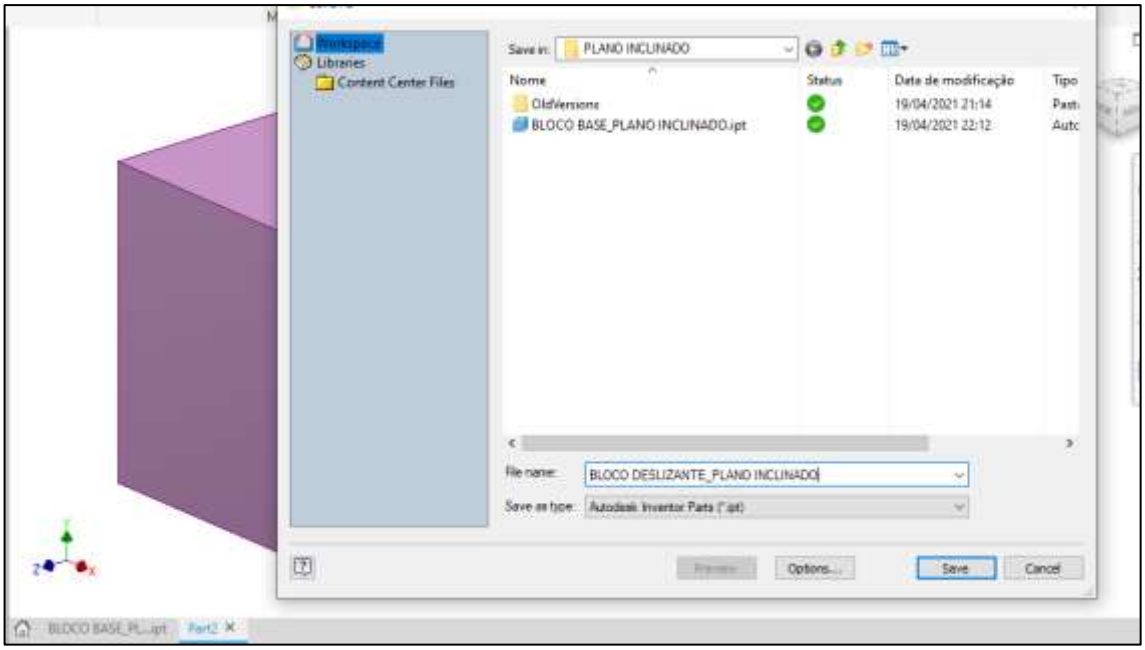


Figura 131 – Salvando o Bloco deslizante do Plano Inclinado.

Note que parte inferior do software aparecem os componentes que foram criados. Você pode navegar pelos arquivos abertos (semelhante às planilhas do Microsoft Excel).

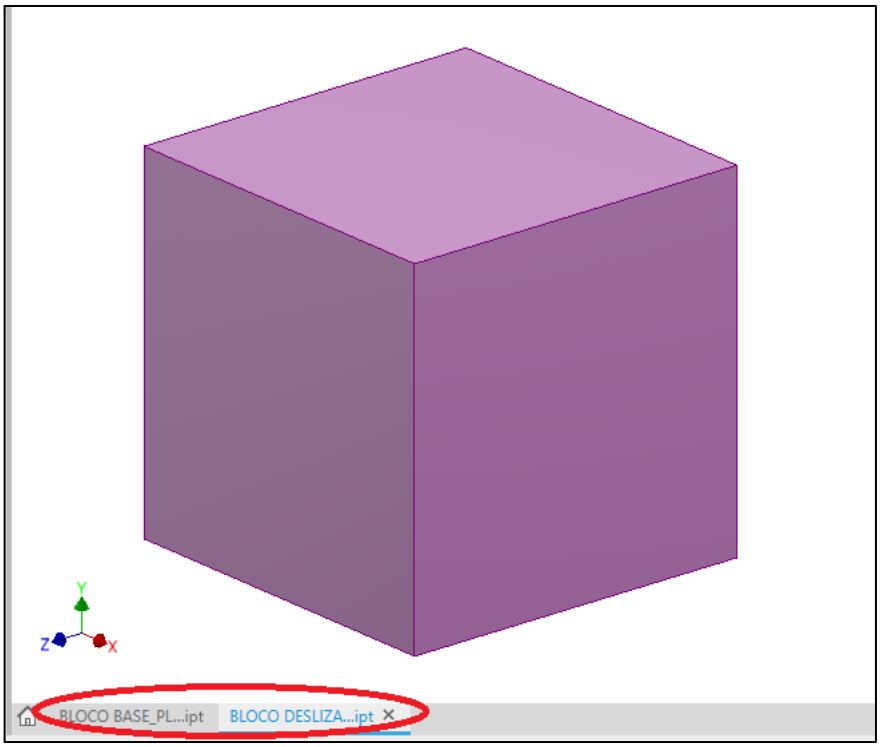


Figura 132 – Navegação dos arquivos já criados.

4.1.2. MONTANDO O MODELO NO INVENTOR

a) Clique no botão New na barra superior do software (caso o projeto não esteja aberto, abra com um duplo clique no arquivo ipj).

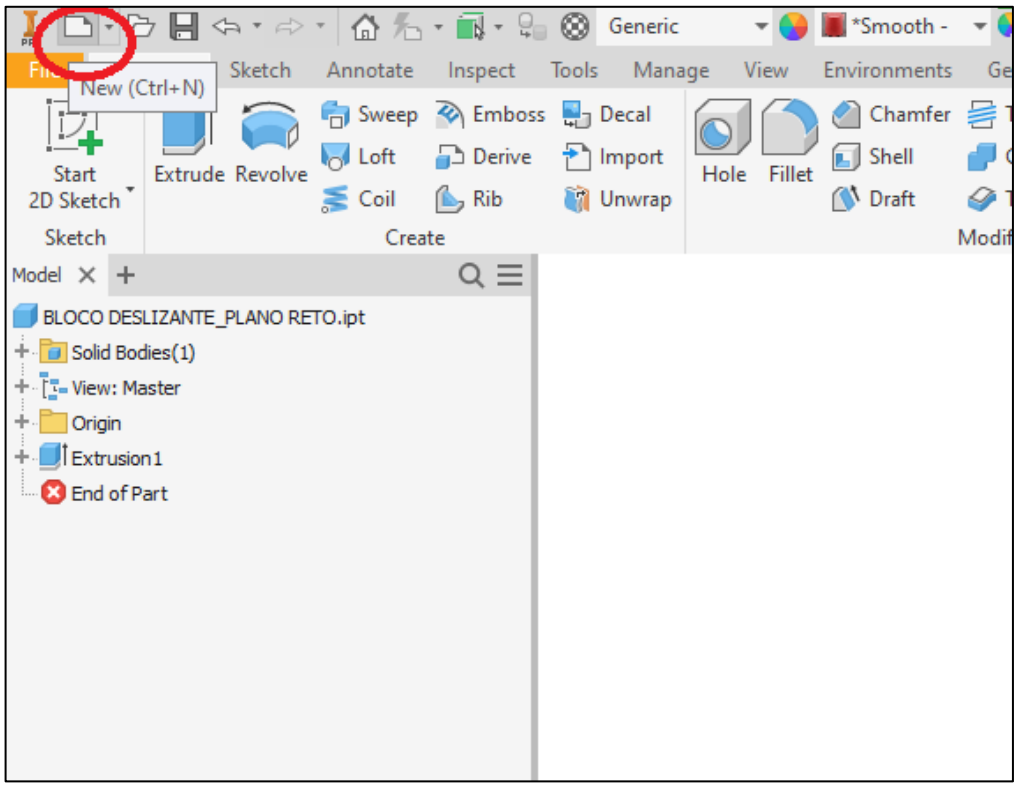


Figura 133 – Clique no botão New.

b) Na Pop Up que irá se abrir, verifique se você está no template metric e no arquivo de projeto correto. Dê um duplo clique em “Standard (mm)”, dentro da guia Assembly.

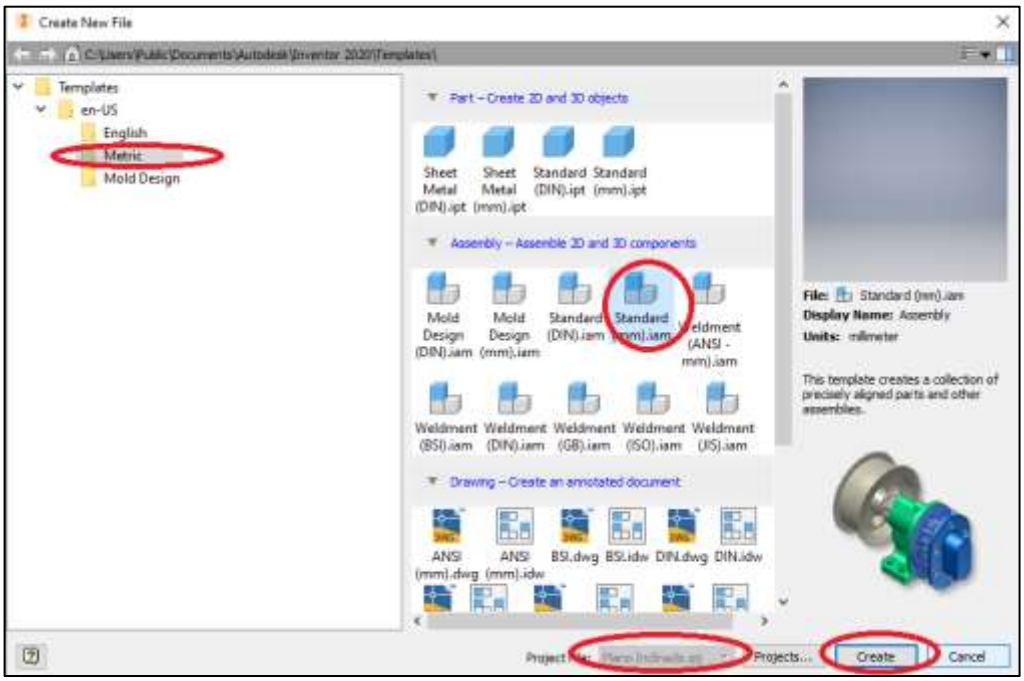


Figura 134 – Selecionando a opção Assembly.

c) Na tela inicial do ambiente Assembly, aba Assemble, clique na seta de seleção e escolha a opção Place.

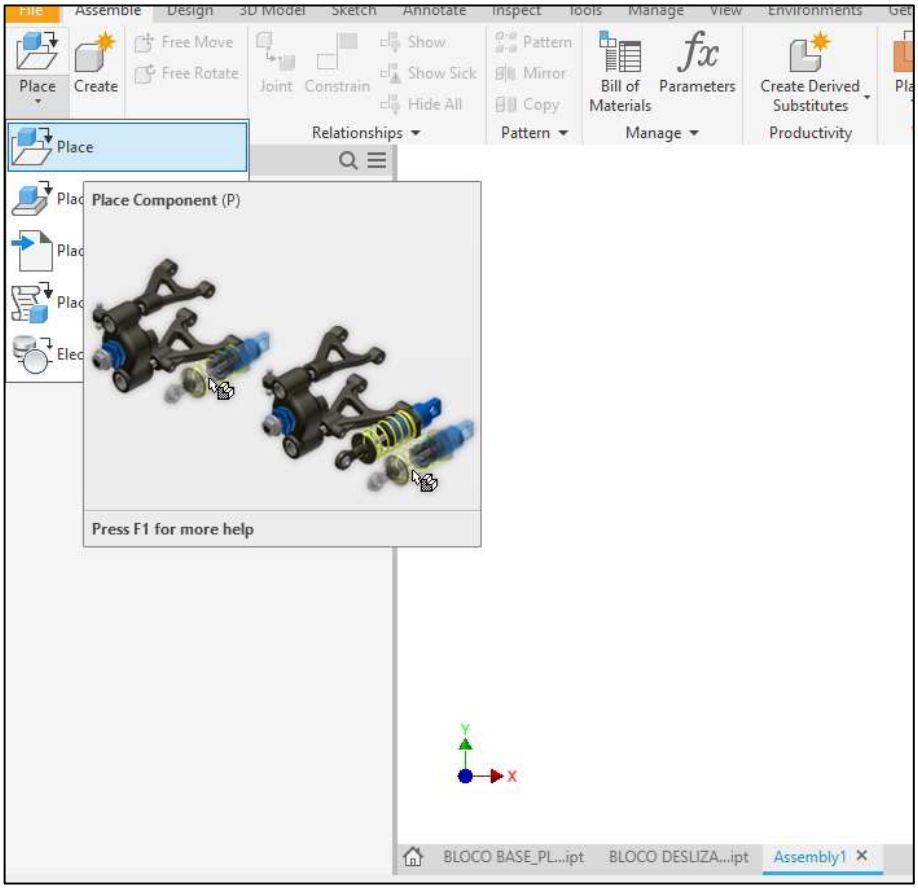


Figura 135 – Opção Place.

d) Quando selecionar Place, abrirá uma Pop Up e será possível visualizar os componentes modelados. Iniciaremos com o Bloco de Base.

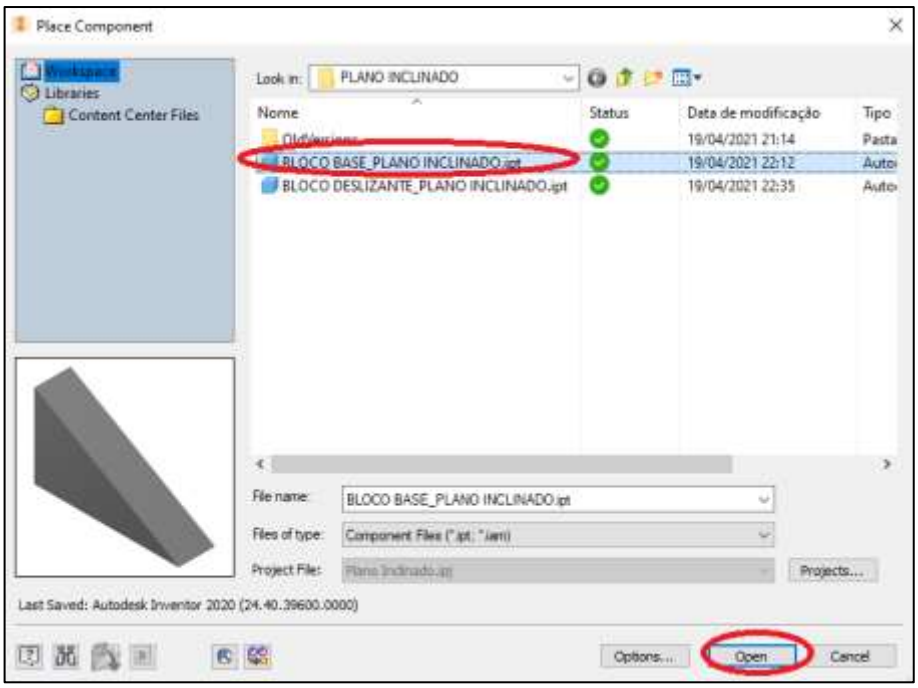


Figura 136 – Selecionando Bloco de Base.

e) O zoom mudará, basta ajustá-lo como scroll do mouse. Clique com o botão direito e selecione a opção “Place Grounded at Origin”. Isto fara com que o eixo 0,0,0 do componente fique na mesma posição do eixo 0,0,0 do ambiente de montagem e será importante para a simulação.

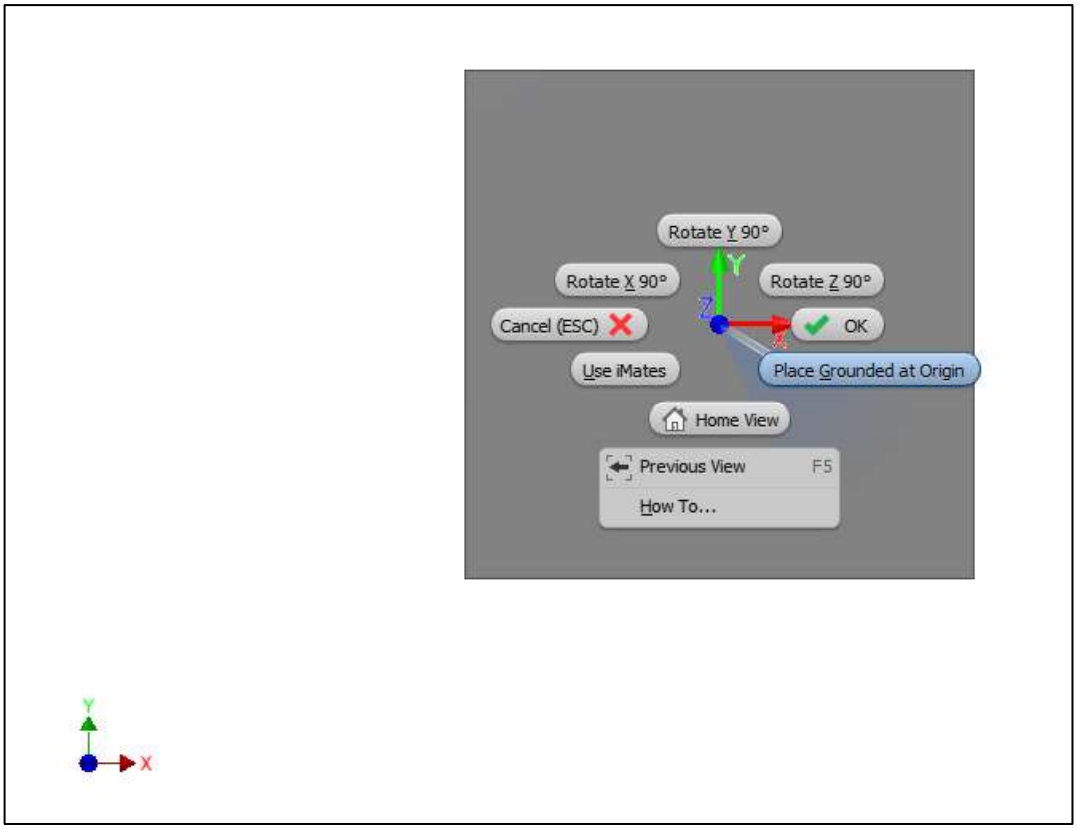


Figura 137 – Inserindo a primeira peça na montagem.

f) Possivelmente o componente estará fora de posição. Para ajustar, selecione as arestas do Cube View até ficar na perspectiva ortogonal. Também poderá ser utilizada a ferramenta ORBIT para fazer rotação 3D (relembrando, para utilizá-lo, segure a tecla Shift do Teclado e clique e segure o scroll do mouse).

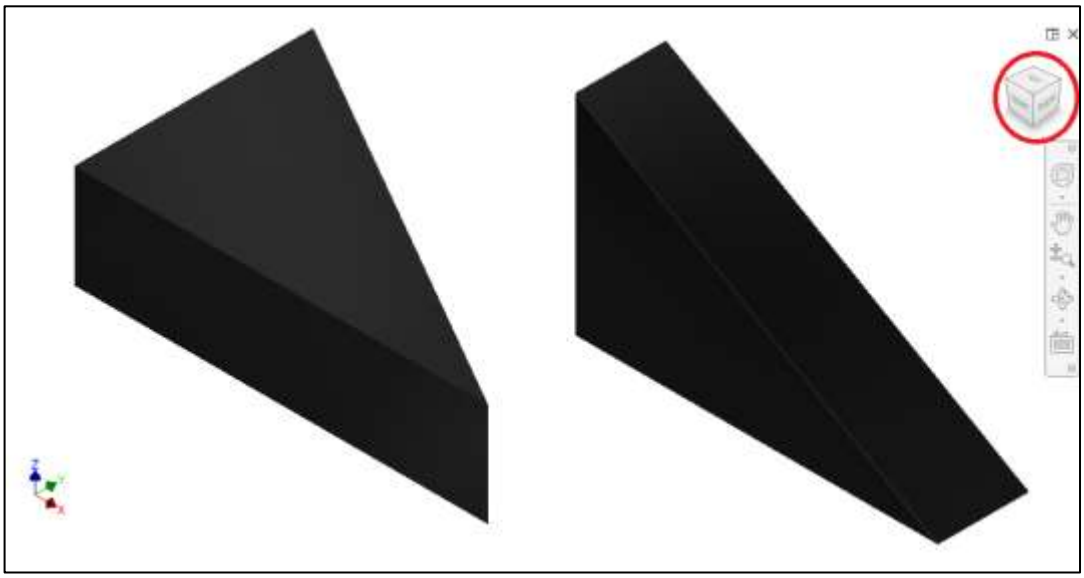


Figura 138 – Bloco de base na posição de projeção ortogonal.

g) Para inserir o segundo componente, repita os procedimentos de a) à d). O procedimento e) não será repetido, pois teremos apenas um componente na origem. Agora basta dar um duplo clique no arquivo.

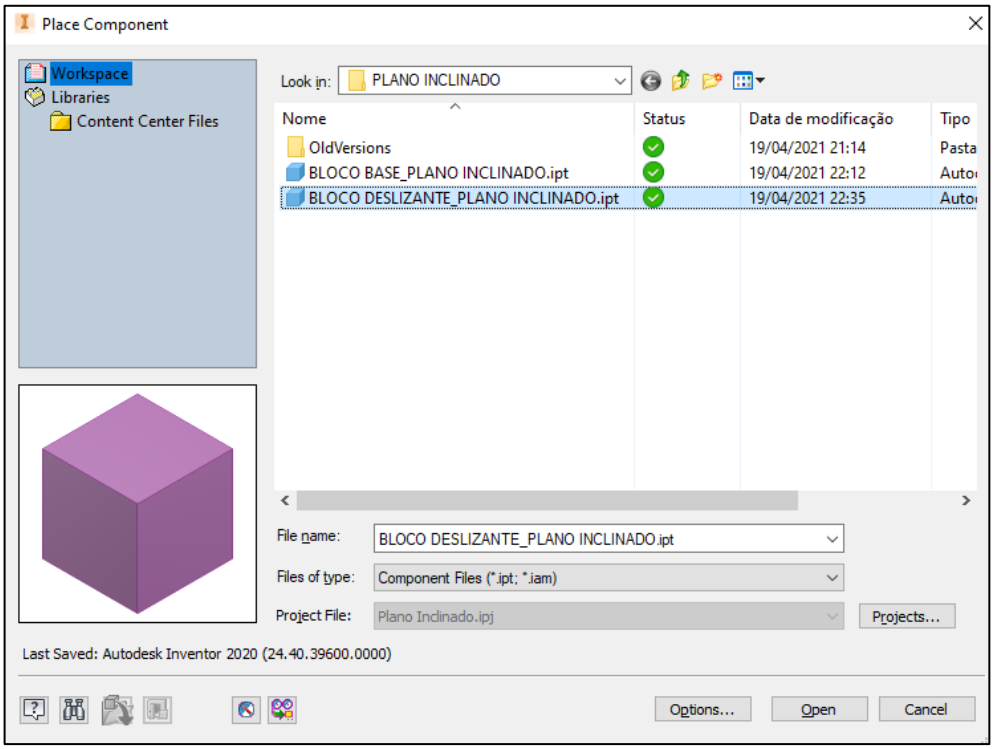


Figura 139 – Selecionando o Bloco Deslizante.

h) O componente aparecerá na tela. Basta dar um clique simples com o botão esquerdo do mouse. Após clicar, o componente ficará como um “fantasma”. Se houver mais cliques, o software irá inserir mais cópias do componente. Aperte o botão Esc para sair do comando.

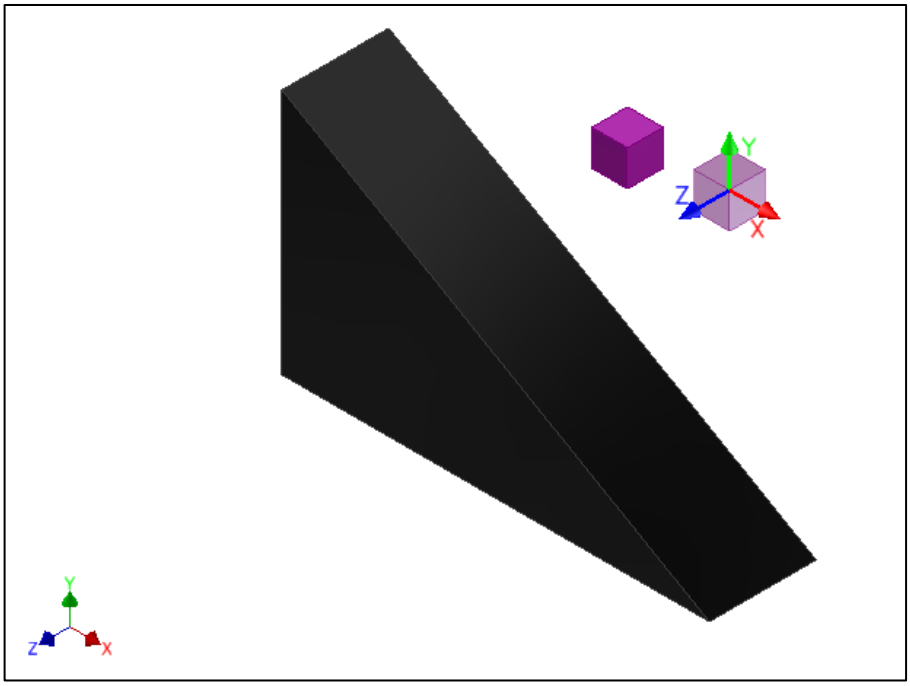


Figura 140 – Inserção do Bloco Deslizante.

i) O próximo passo, é explicar as relações e graus de liberdade do bloco deslizante com o bloco de base para o software. Toda peça possui 3 graus de liberdade e logo precisamos “travar” os movimentos. Iniciaremos com a ferramenta Constrain.

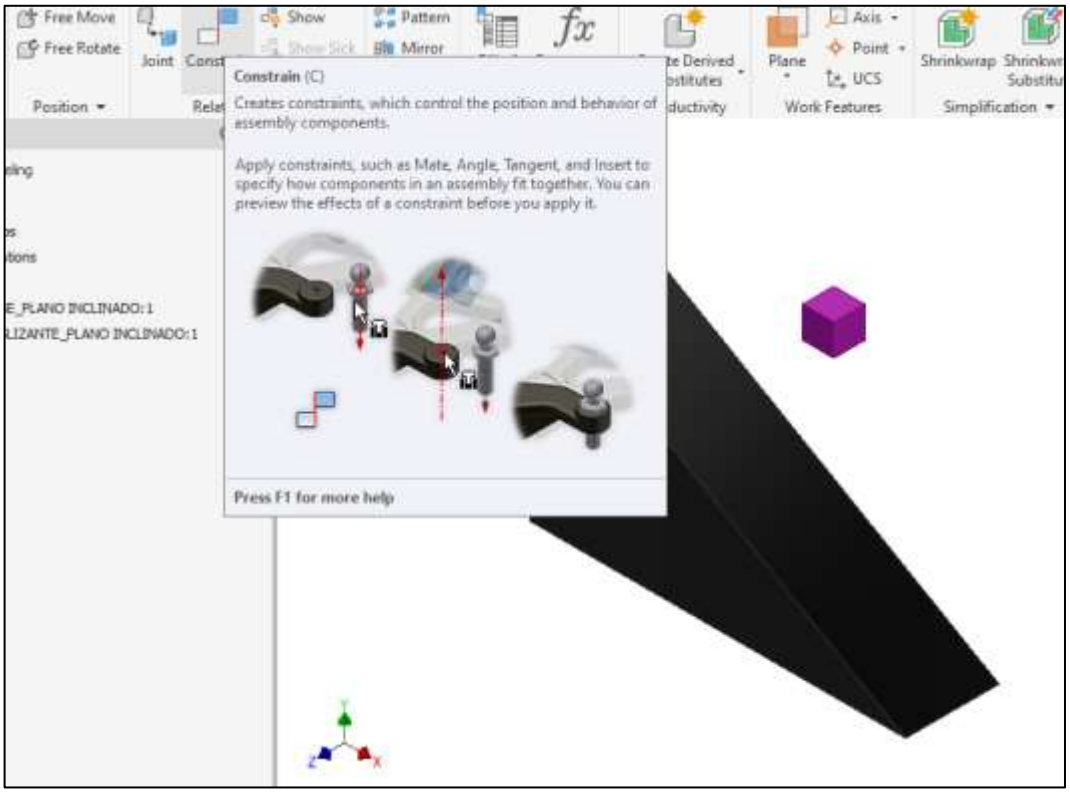


Figura 141 – Comando Constrain.

j) Selecione uma face do bloco de base e após isto selecione uma face do bloco deslizante. Após isto, clique em OK.

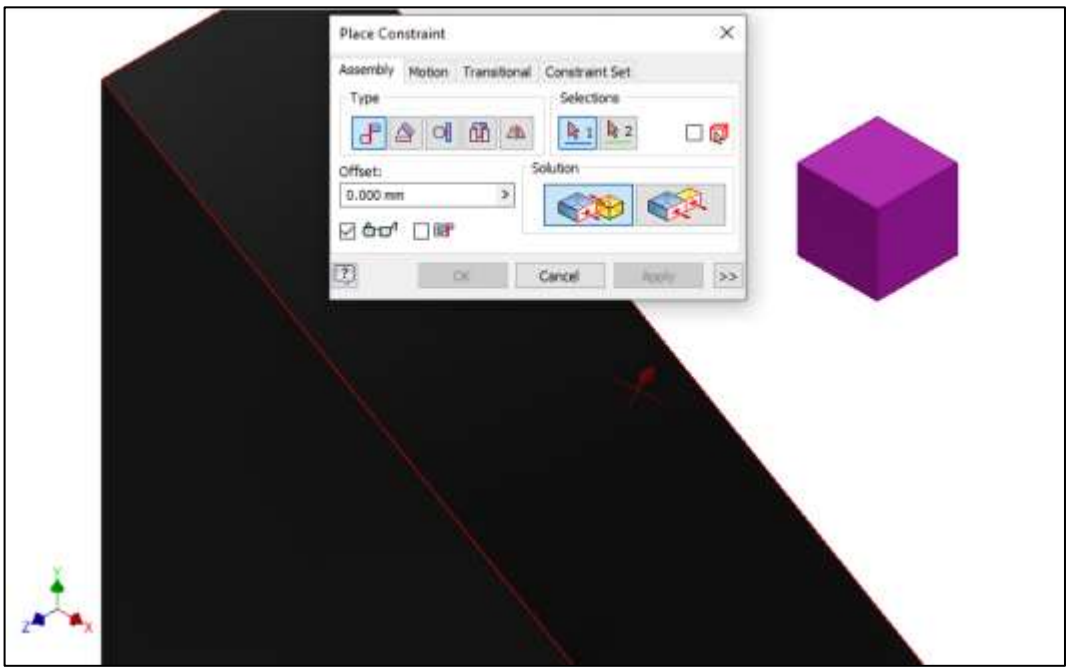


Figura 142 – Selecione a face superior do bloco de base.

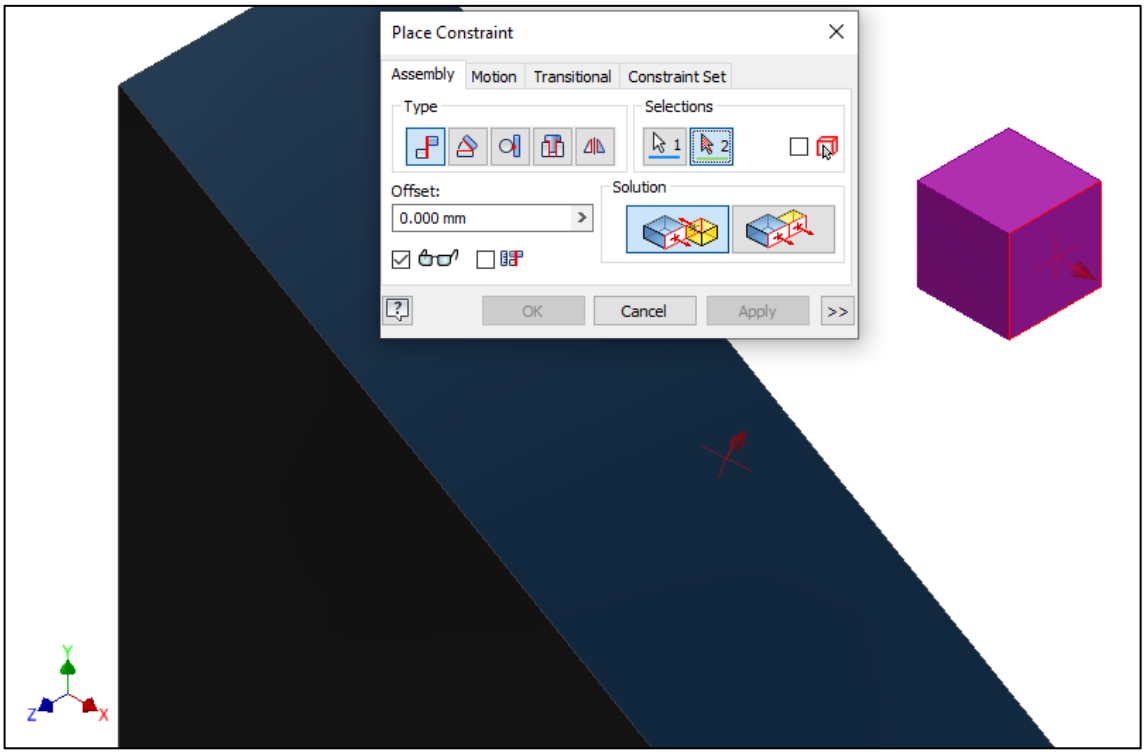


Figura 143 – Selecione uma das faces do bloco deslizante.

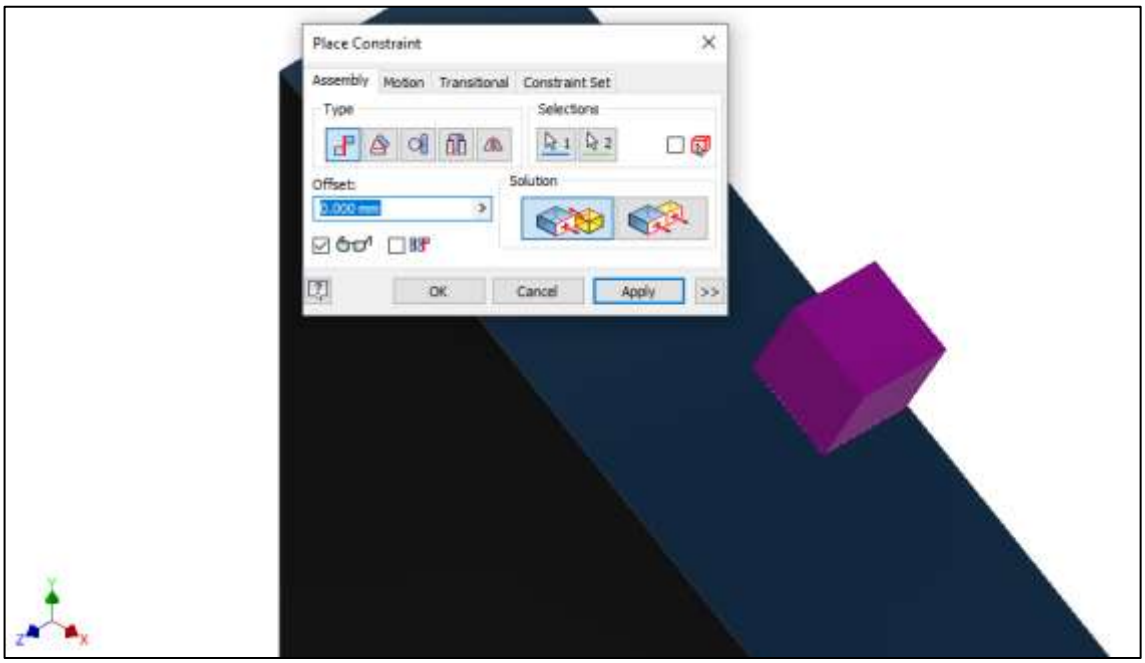


Figura 144 – A peça irá automaticamente. Clique em OK.

k) Para ajustar o próximo grau de liberdade, precisamos que os planos médios das peças fiquem visíveis. Para isto, abra a origem na Árvore de Processos e procure os planos médios (eles serão exibidos quando selecionados).

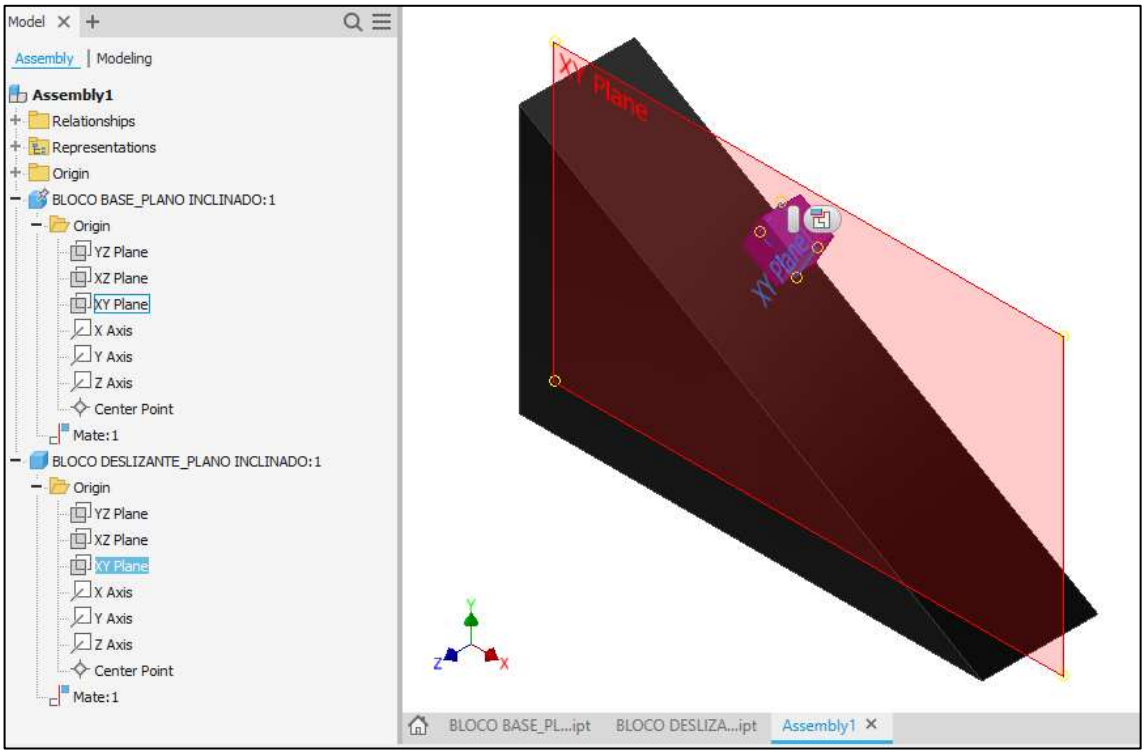


Figura 145 – Planos Médios.

l) Agora iremos aplicar a ferramenta Constrain nos planos médios. Diferentemente dos itens i) e j), o faremos pela árvore de processos. Basta selecionar a ferramenta, clicar em um dos planos médios e no outro.

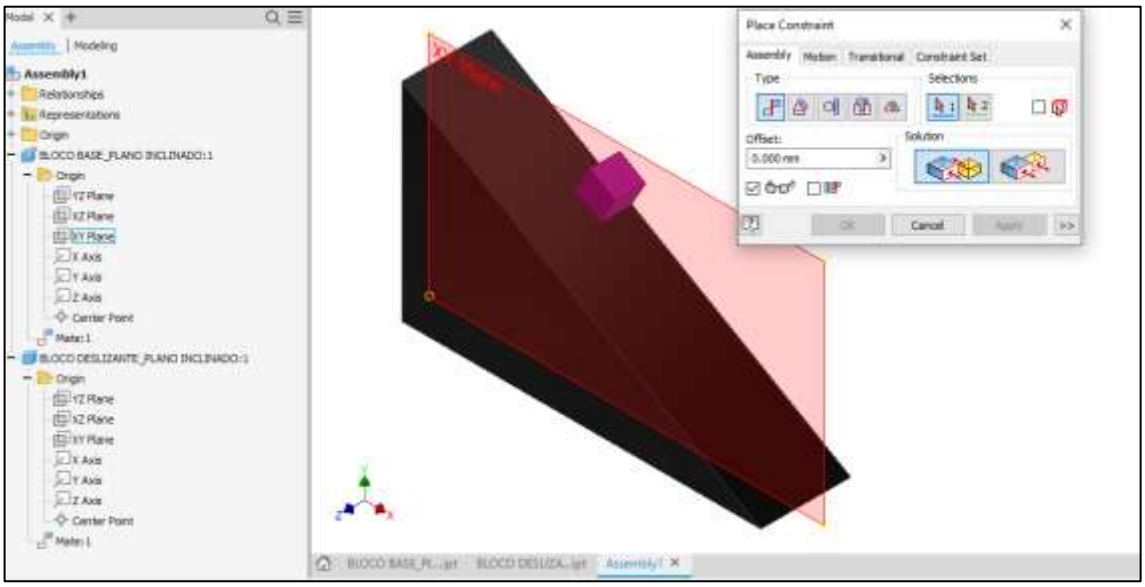


Figura 146 – Selecione o Plano médio de um dos componentes.

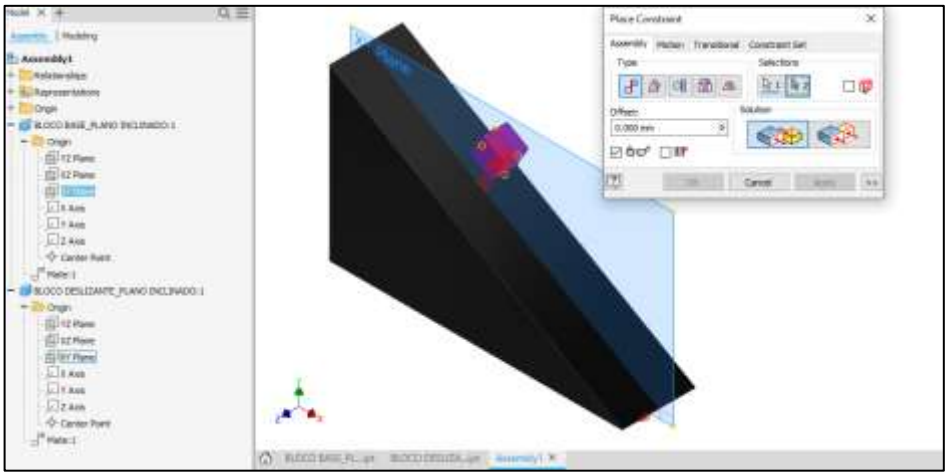


Figura 147 – Selecione o outro Plano médio. Note que o plano já selecionado fica ativo

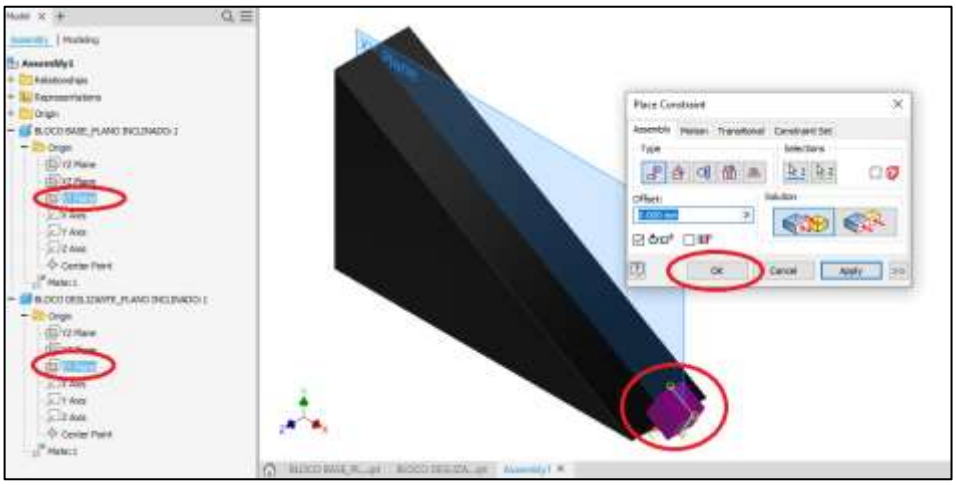


Figura 148 – O componente será atraído para a restrição de liberdade. Clique em OK.

m) Após esta etapa clique e segure no bloco deslizante, movendo o mouse. Você perceberá que só haverá movimento em um único sentido.

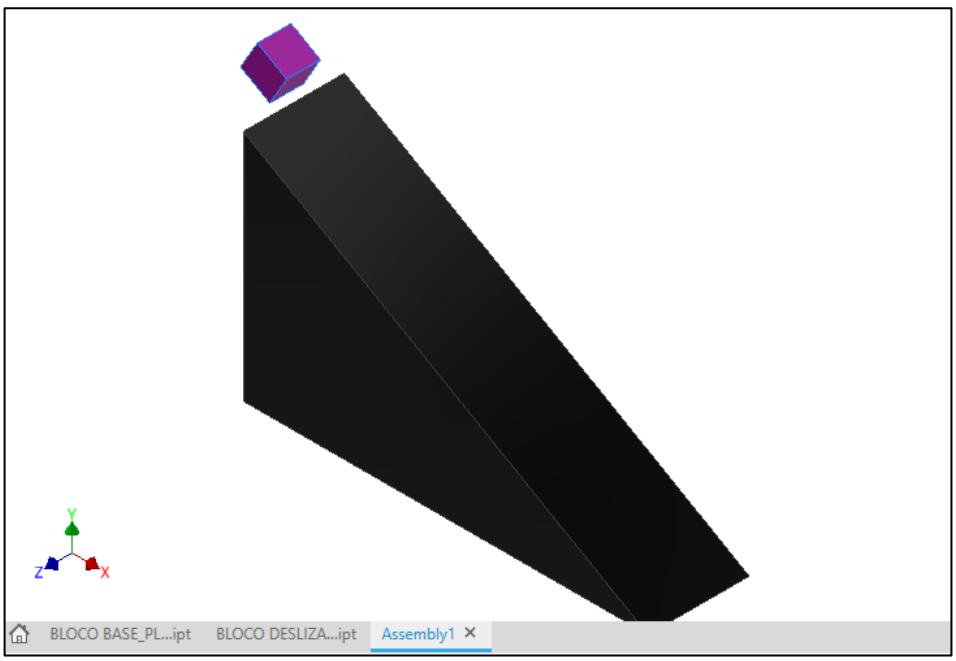


Figura 149 – Movimentação do bloco deslizante em um único plano de liberdade.

n) O último grau de liberdade não poderá ser restrito, pois a simulação precisará do movimento neste plano. Para isto, utilizaremos a restrição do tipo Joint

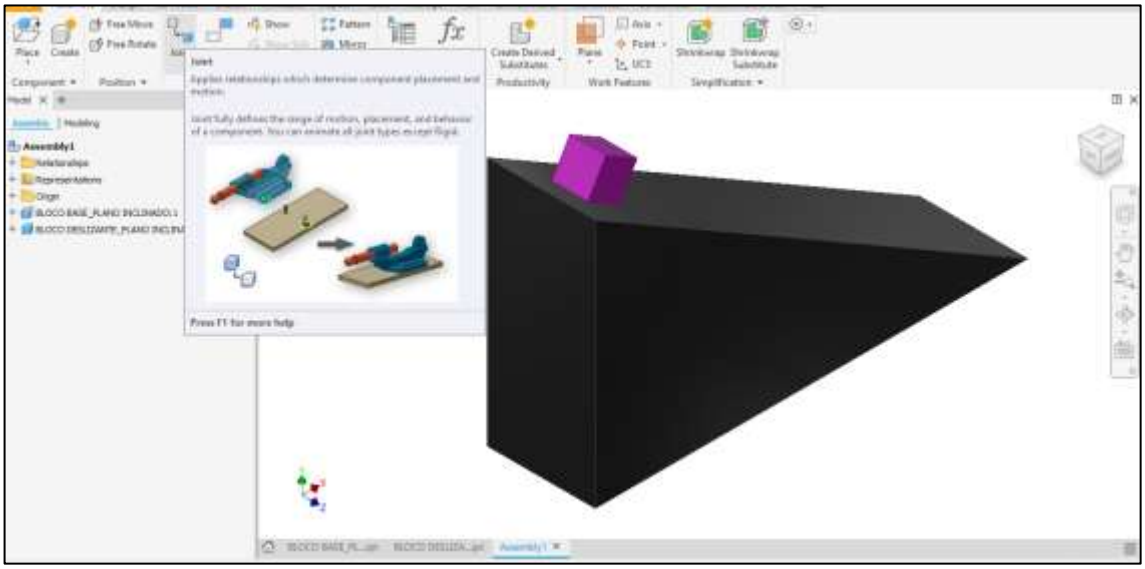


Figura 150 – Comando Joint.

o) Após selecionar a ferramenta, ao aproximar o mouse, apareceram pontos centrais nas arestas, selecione o inferior central, tomando cuidado para que se mantenha paralelo ao plano.

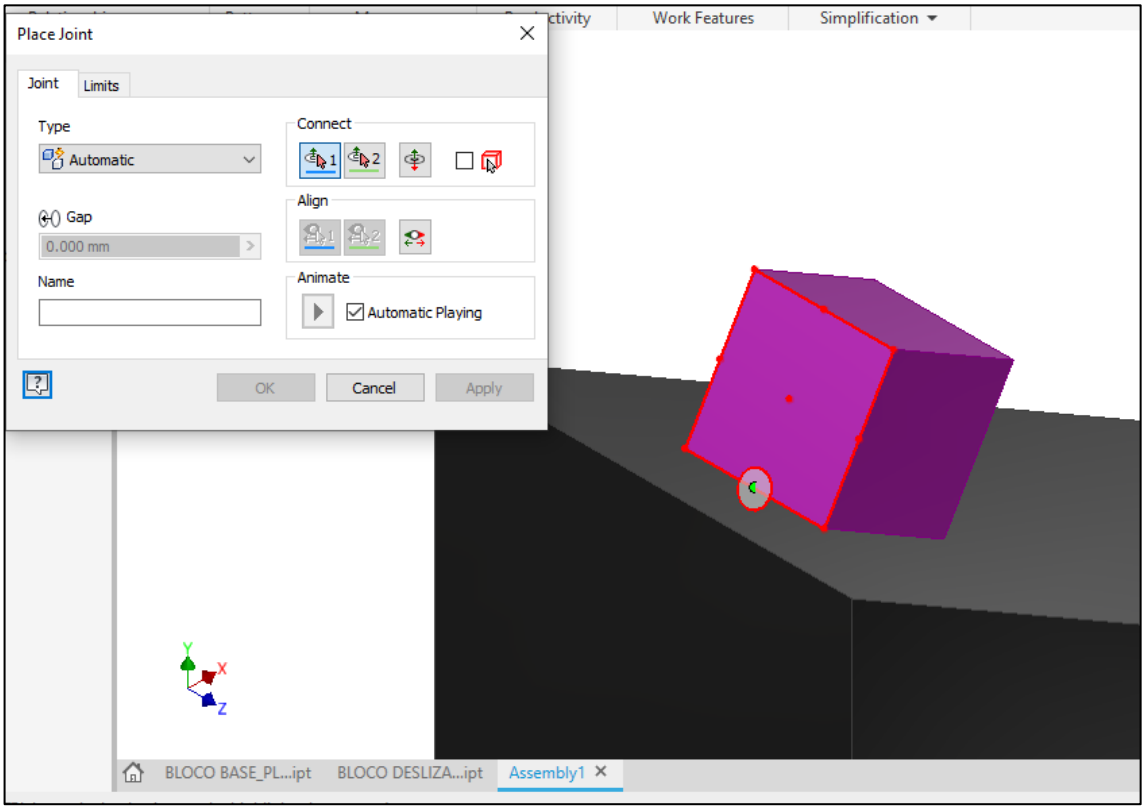


Figura 151 – Clique no ponto central da aresta inferior do bloco deslizante, verificando o plano correto.

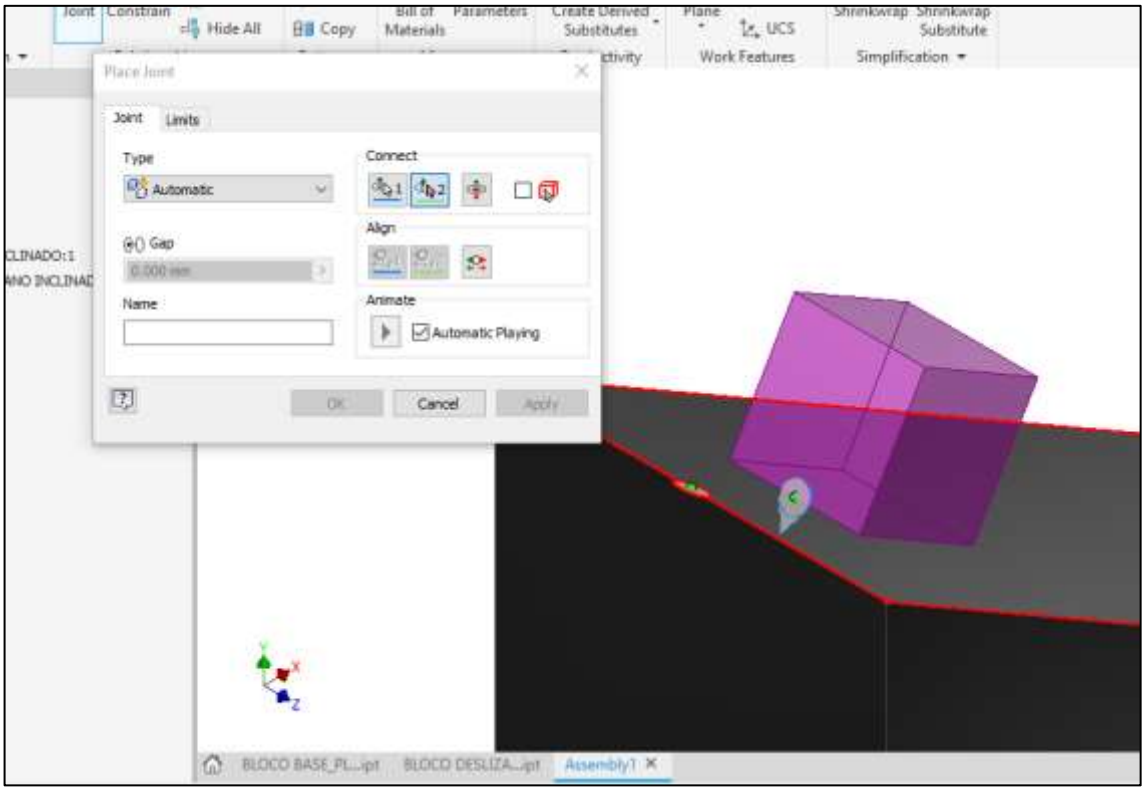


Figura 152 – Clique no ponto central da aresta superior do bloco de base, verificando o plano correto.

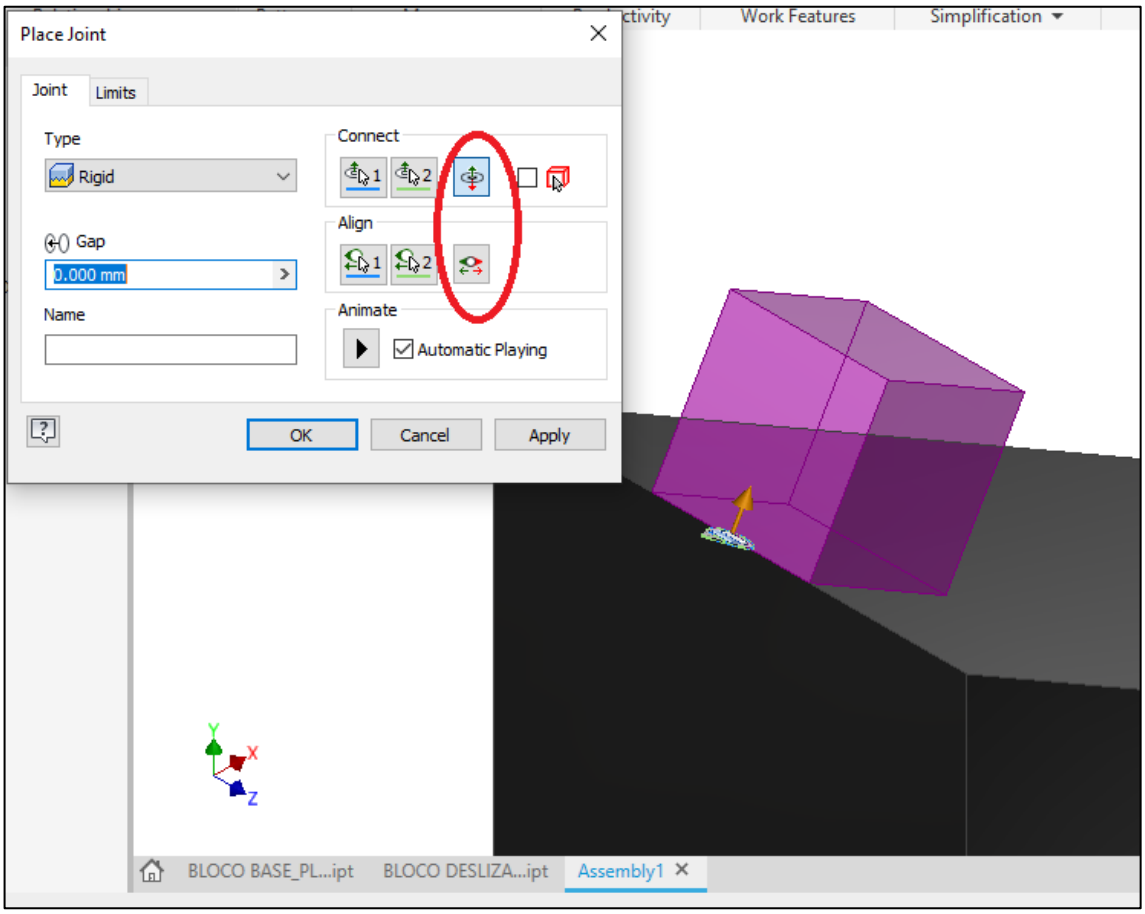


Figura 153 – O bloco poderá estar incorreto. Basta mudar o alinhamento nas opções Connect e Align.

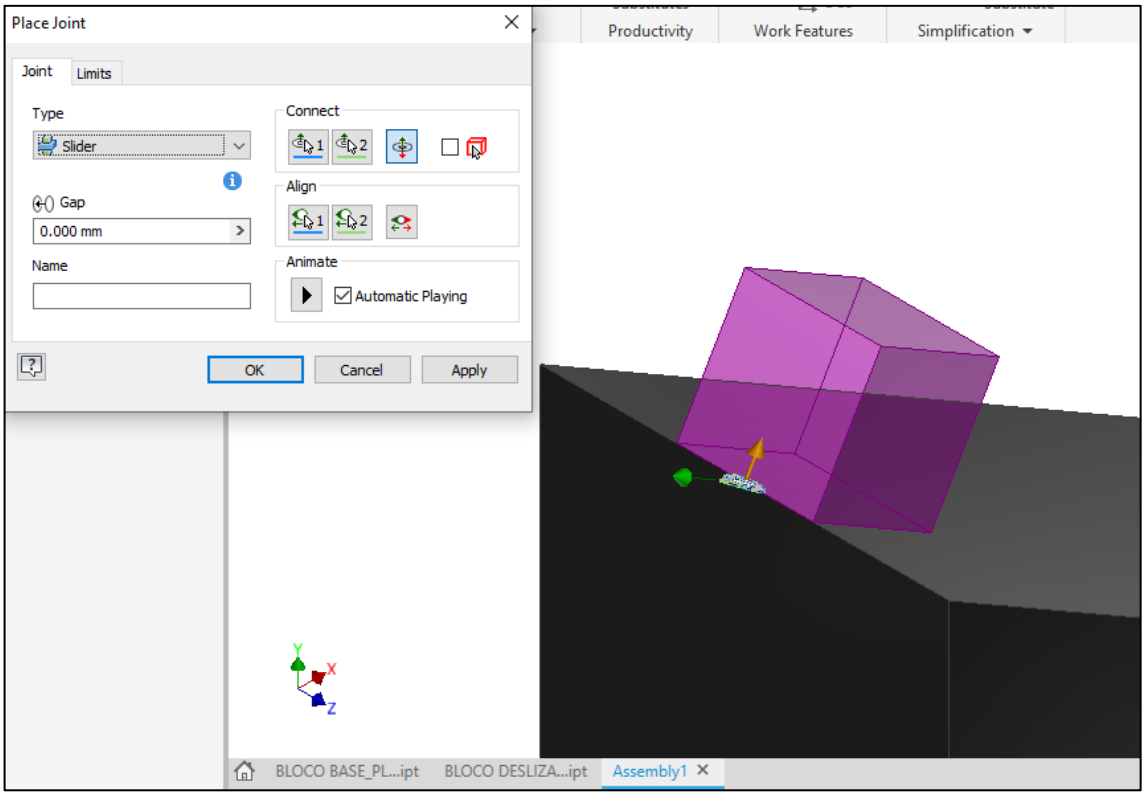


Figura 154 – Modifique o Tipo de Rigid para Slider. Será visualizada uma animação com o movimento correto.

p) Na aba Limits, mantenha start e current com zero milímetros. No end, coloque uma dimensão de 5.000 mm e verifique o sentido. Caso o movimento esteja na direção oposta, utilize o vetor negativo.

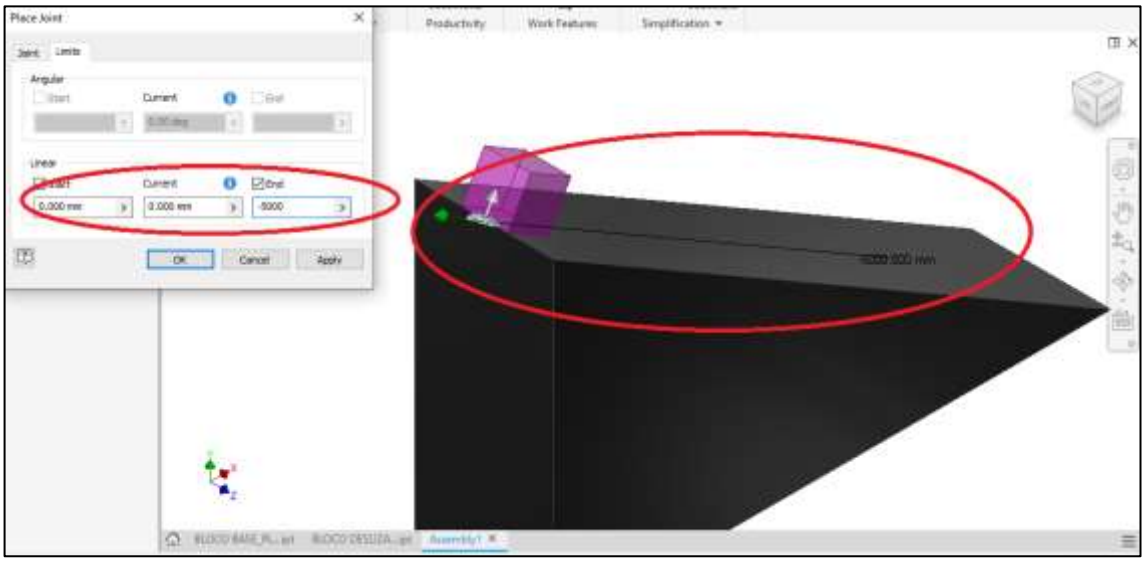


Figura 155 – Ajustando os limites da ferramenta Joint e aperte OK.

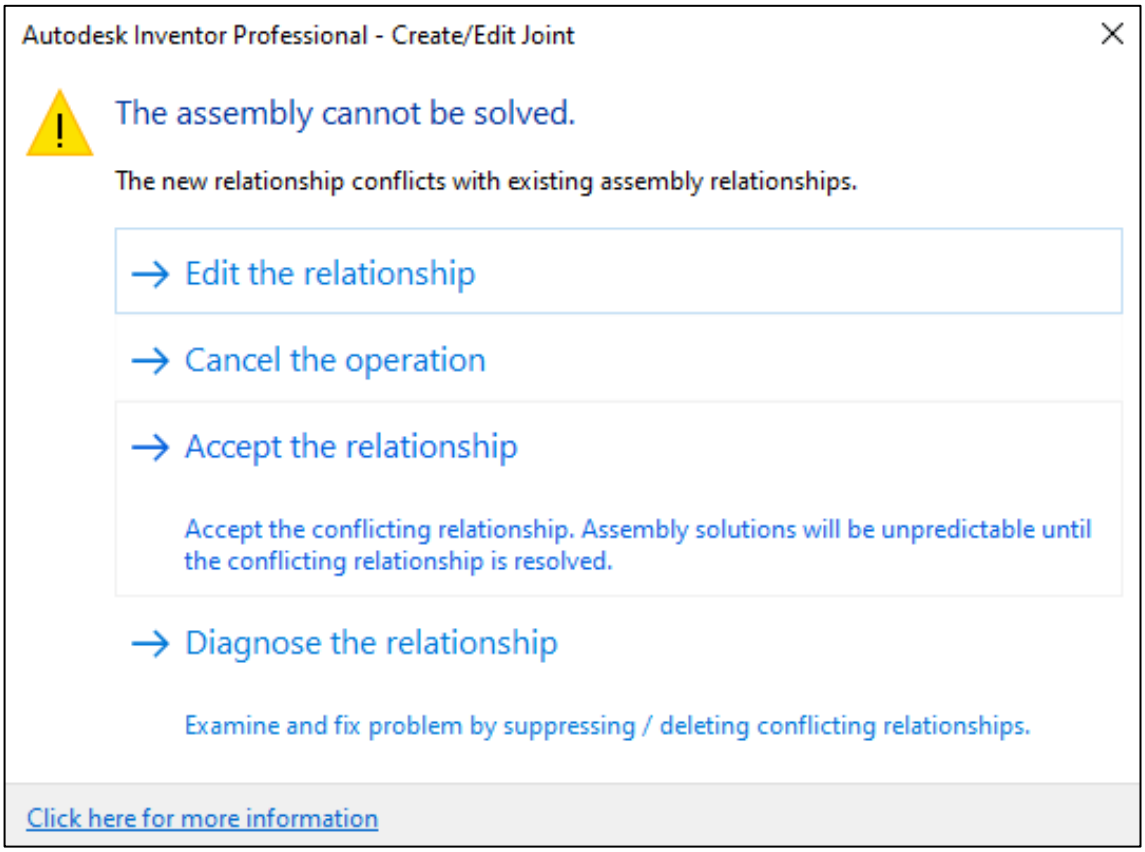


Figura 156 – Caso apareça uma mensagem de erro ignore, clicando “Accept the Relationship”.

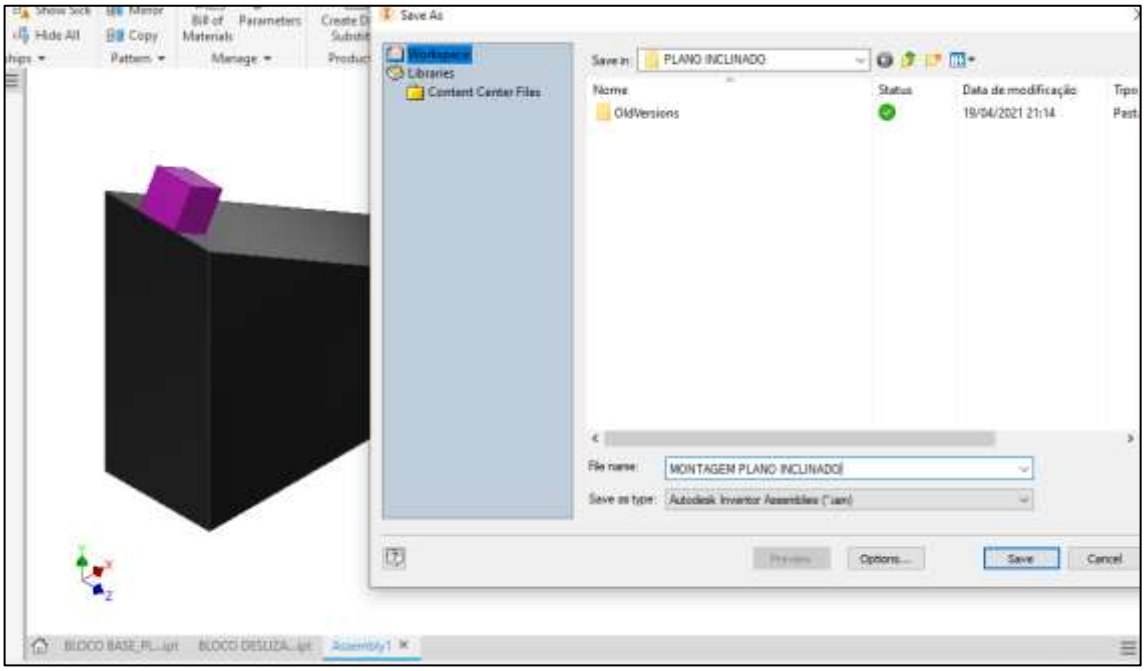


Figura 157 – Salve o arquivo, sugerimos o nome “MONTAGEM PLANO INCLINADO”.

4.1.3. SIMULANDO O MODELO NO INVENTOR

a) Com o modelo de montagem aberto, na aba Enviroments, execute a ferramenta Dynamic Simulation.

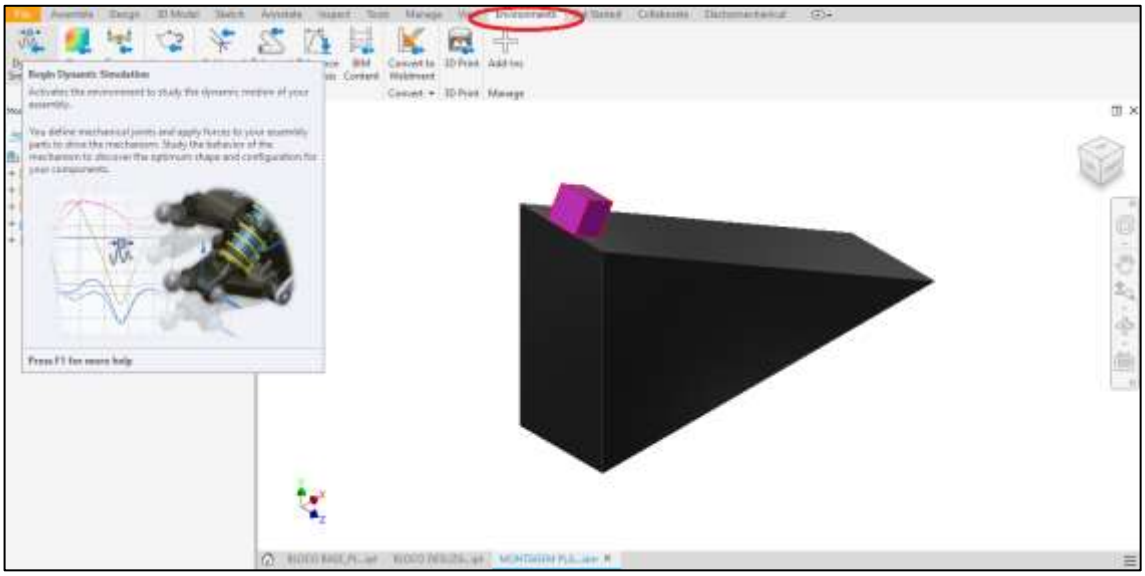


Figura 158 – Dynamic Simulations.

b) Para iniciar, vamos habilitar o vetor gravidade, com um duplo clique.

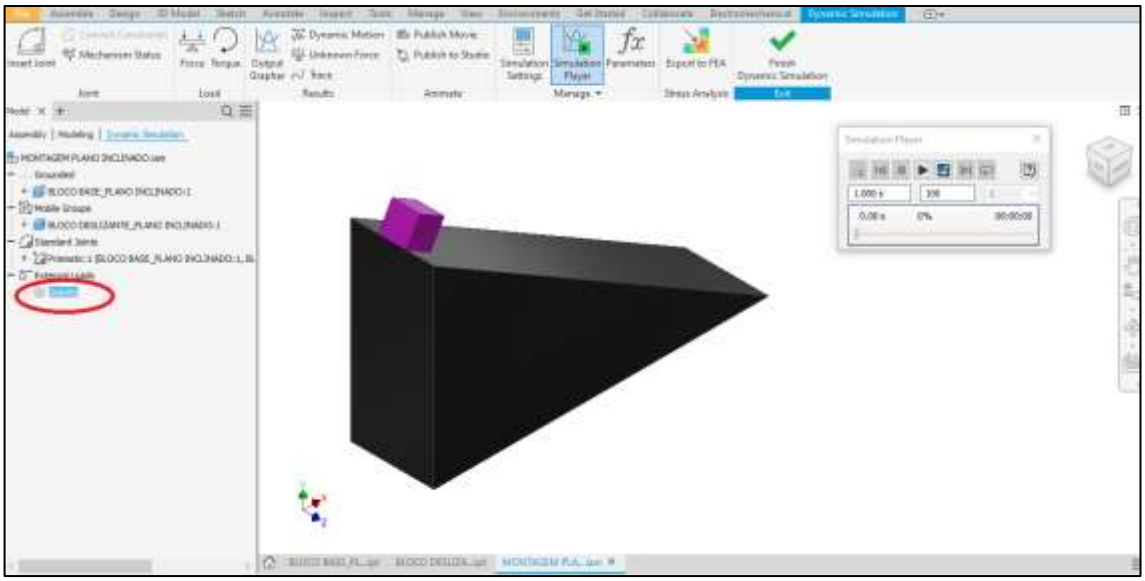


Figura 159 – Habilitando o vetor gravidade.

c) Desmarque a opção Supress, marque a opção de Vetor e Configure a gravidade no eixo correspondente ao modelo. Adotamos 10000 mm/s². Em nosso caso o eixo correto é +Y.

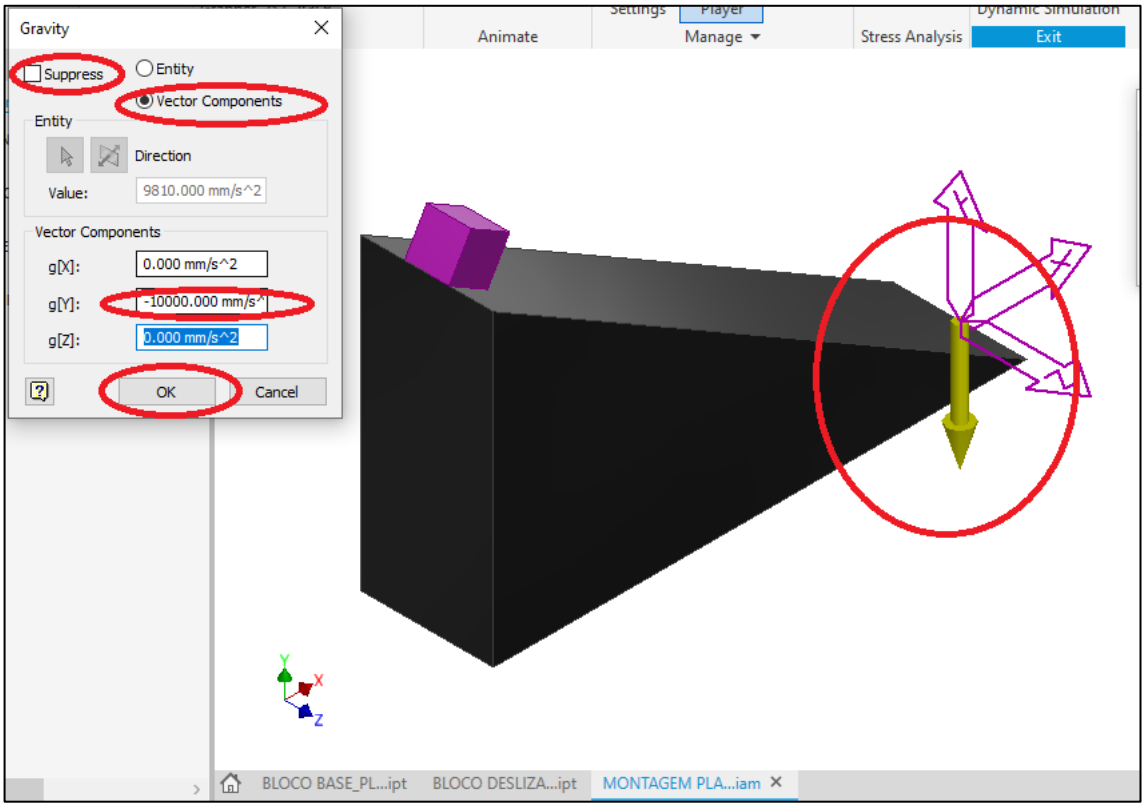


Figura 160 – Configurando o vetor gravidade.

d) O próximo passo é aplicar a força que moverá o bloco deslizante, com a ferramenta Force.

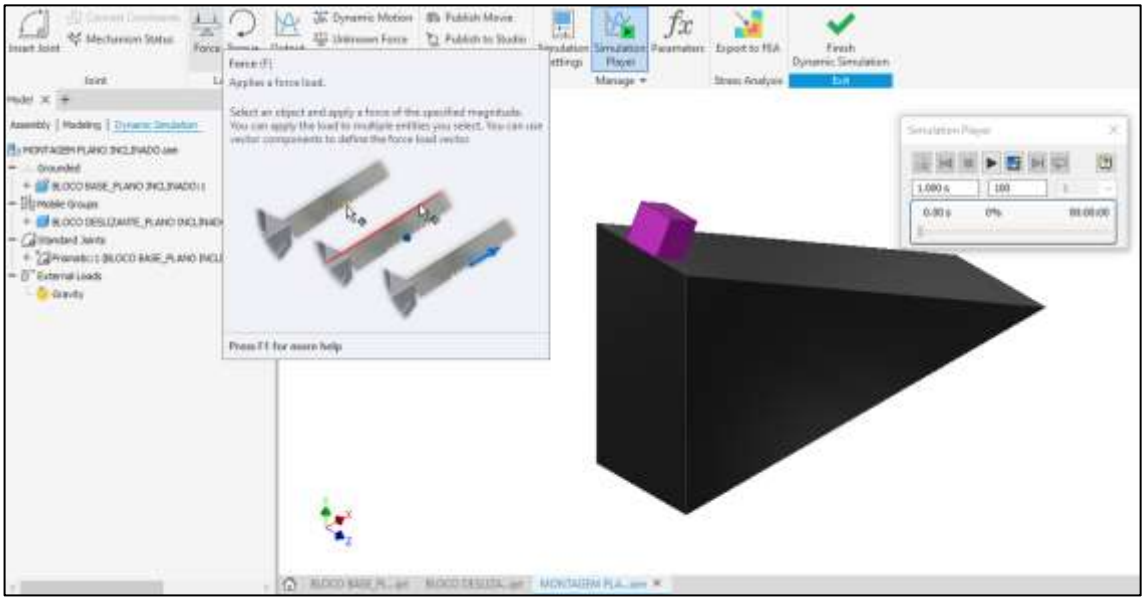


Figura 161 – Ferramenta Force.

e) Dentro da ferramenta, selecione o vértice inferior do bloco deslizante.

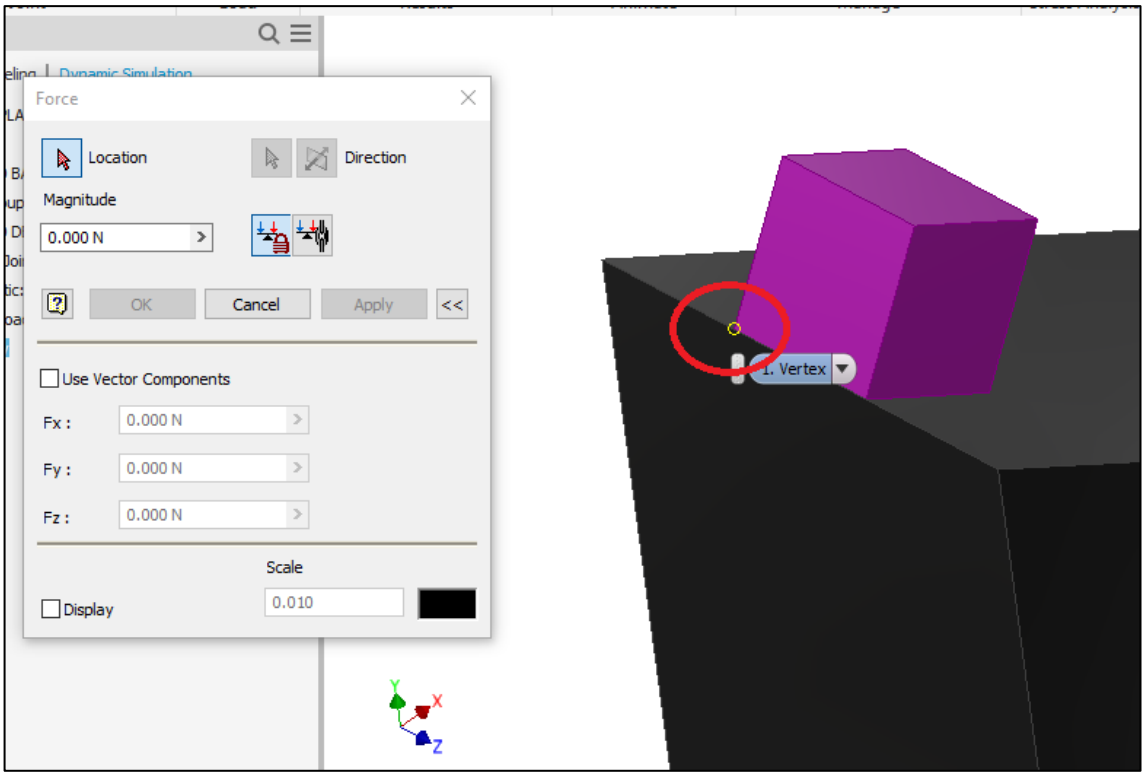


Figura 162 – Selecione o vértice inferior do bloco inferior.

f) Agora, selecione a aresta inferior do bloco deslizante.

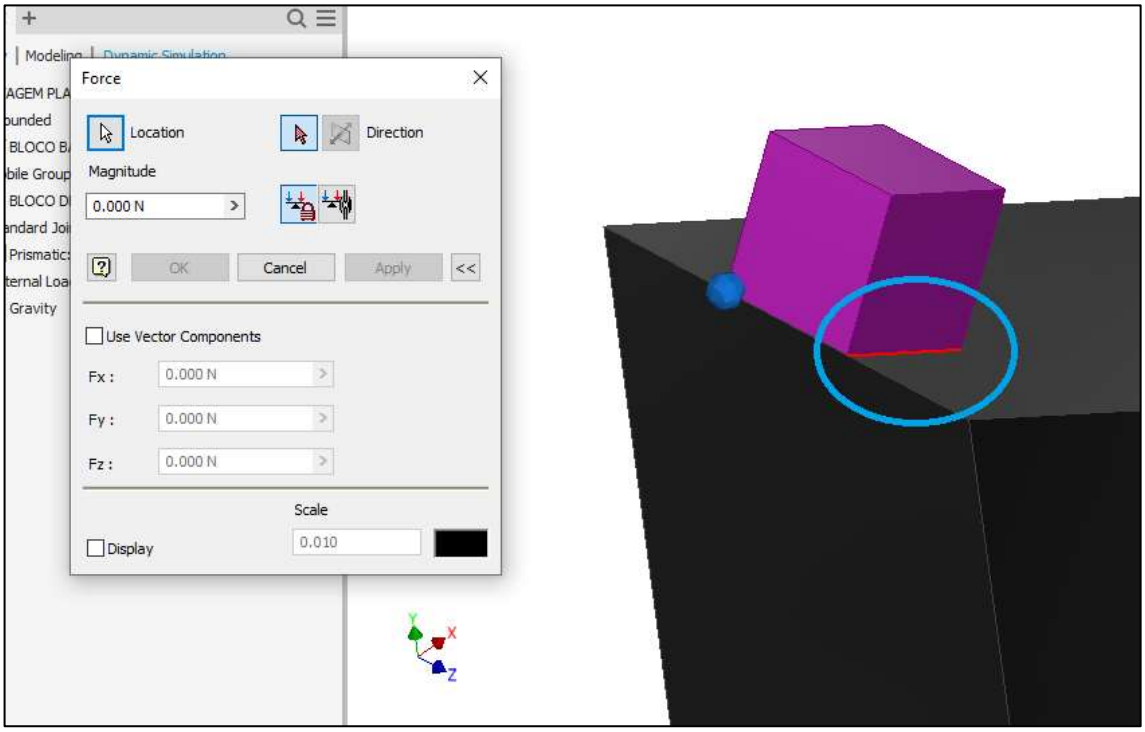


Figura 163 – Selecione a aresta inferior do bloco inferior.

g) Caso o vetor da Força esteja invertido, basta inverter a direção, clicando no “flip” da opção Direction.

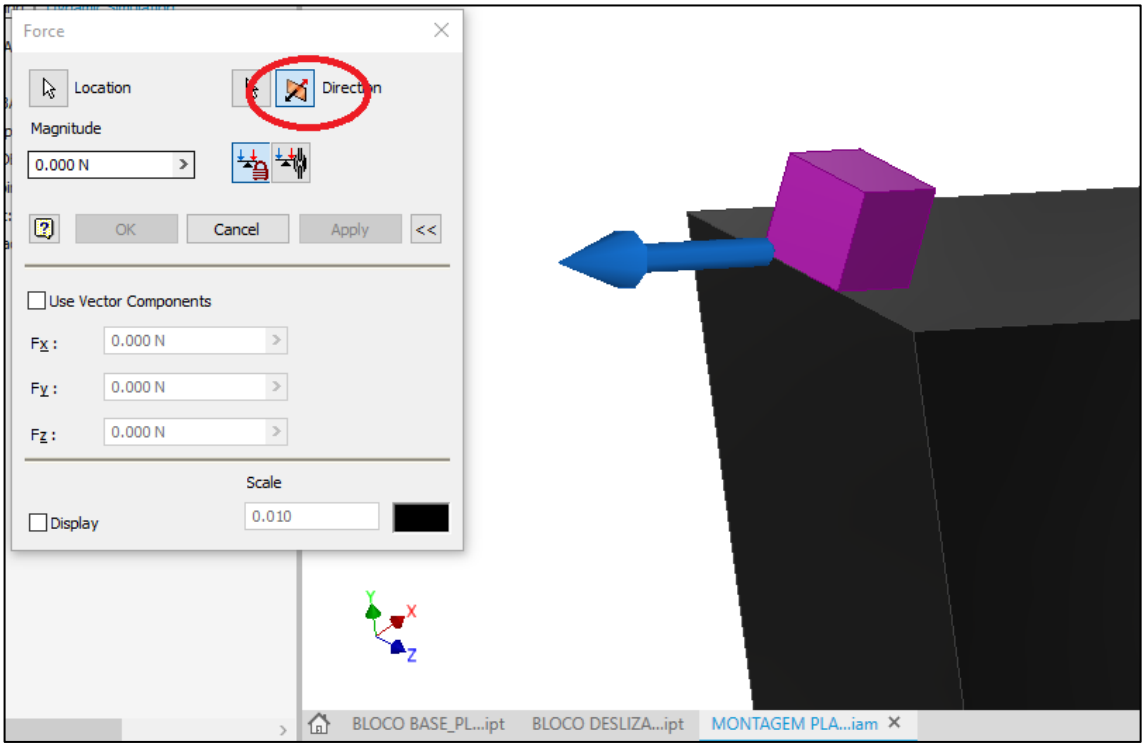


Figura 164 – Caso o vetor esteja invertido, utilize a opção flip.

h) Para confirmar a resolução do exercício, faremos 3 simulações. Na primeira, o vetor força terá o valor de 2,5N. Clique em OK.

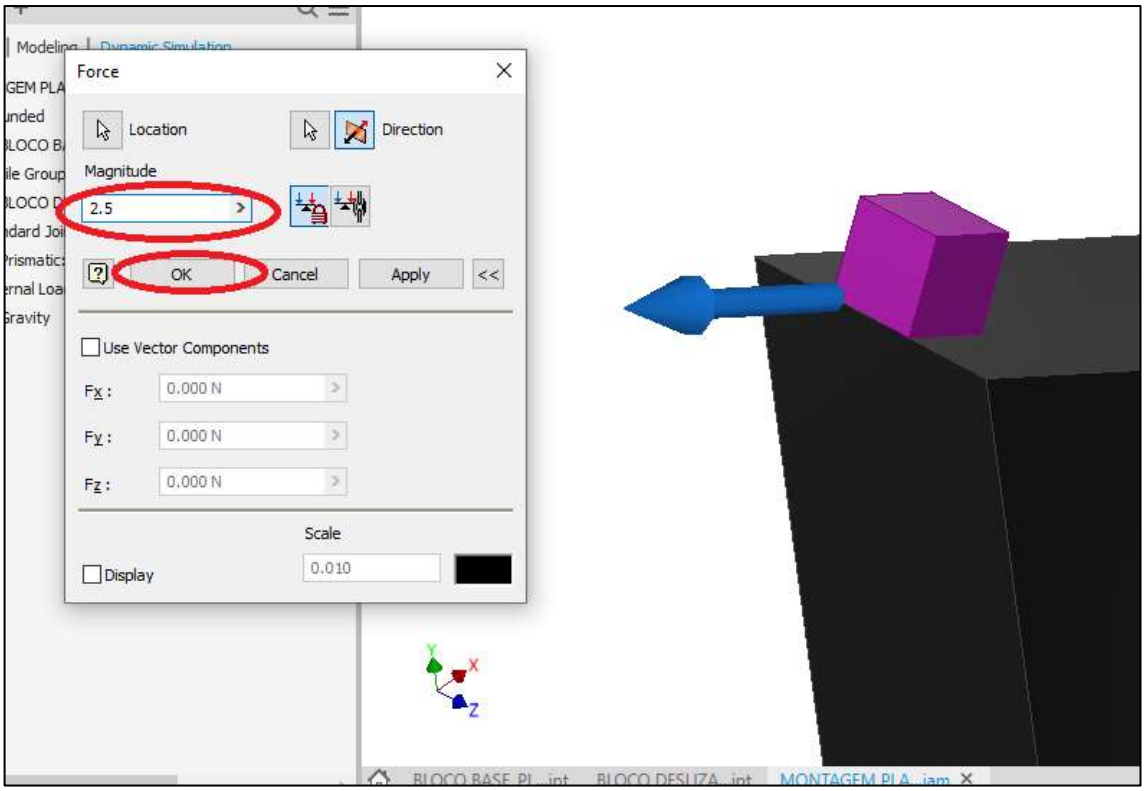


Figura 165 – Atribua a força e clique em OK.

i) Para simulação, verifique se o Simulation Player está habilitado. Atribua o tempo de 1s e 100 frames. Após isto dê o play na simulação.

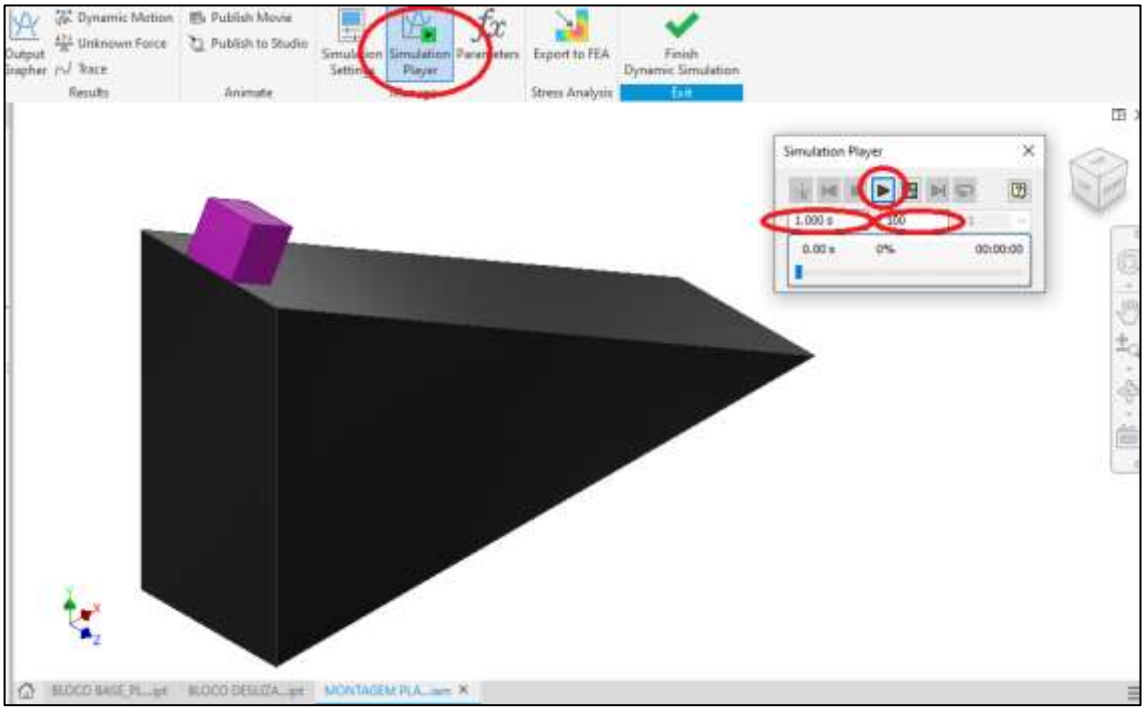


Figura 166 – Rodando a simulação.

j) Durante a simulação, as ferramentas ficarão desabilitadas. Ao final, para provar nosso exercício, o bloco não deverá se mover.

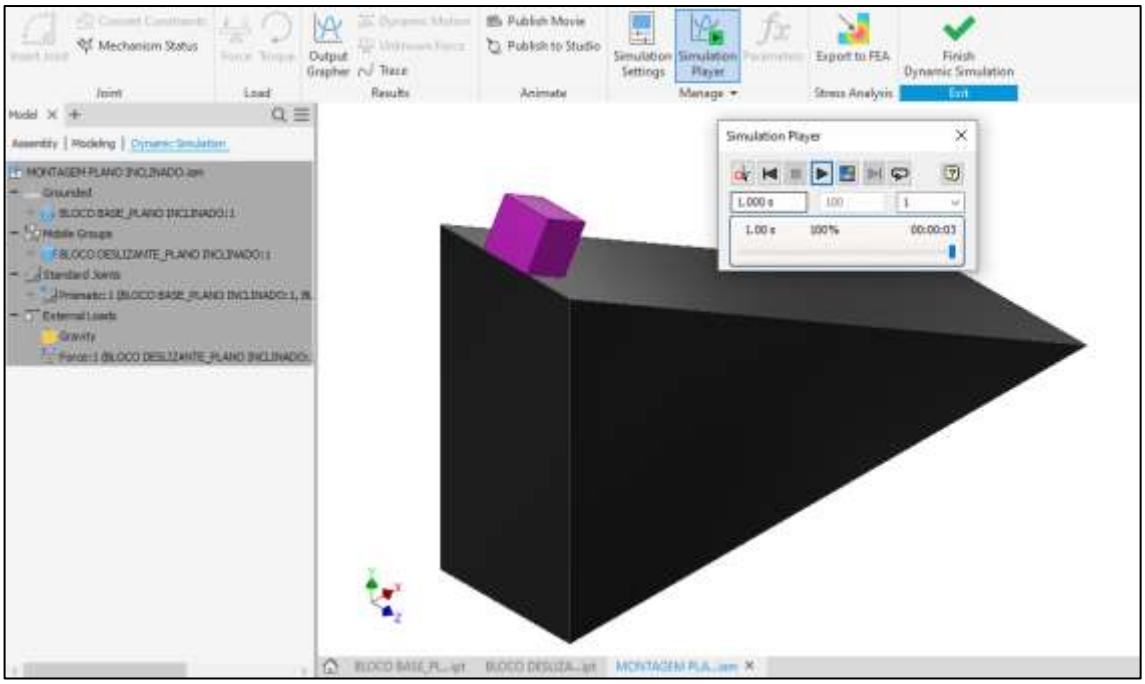


Figura 167 – Simulação do movimento após 1 s, bloco parado, exercício comprovado.

k) Para a segunda simulação, iremos ajustar o valor da força 3N. Para retornar à edição do ambiente de simulação, dê um duplo clique em Clique em OK. Note que a árvore de processos não estará mais bloqueada.

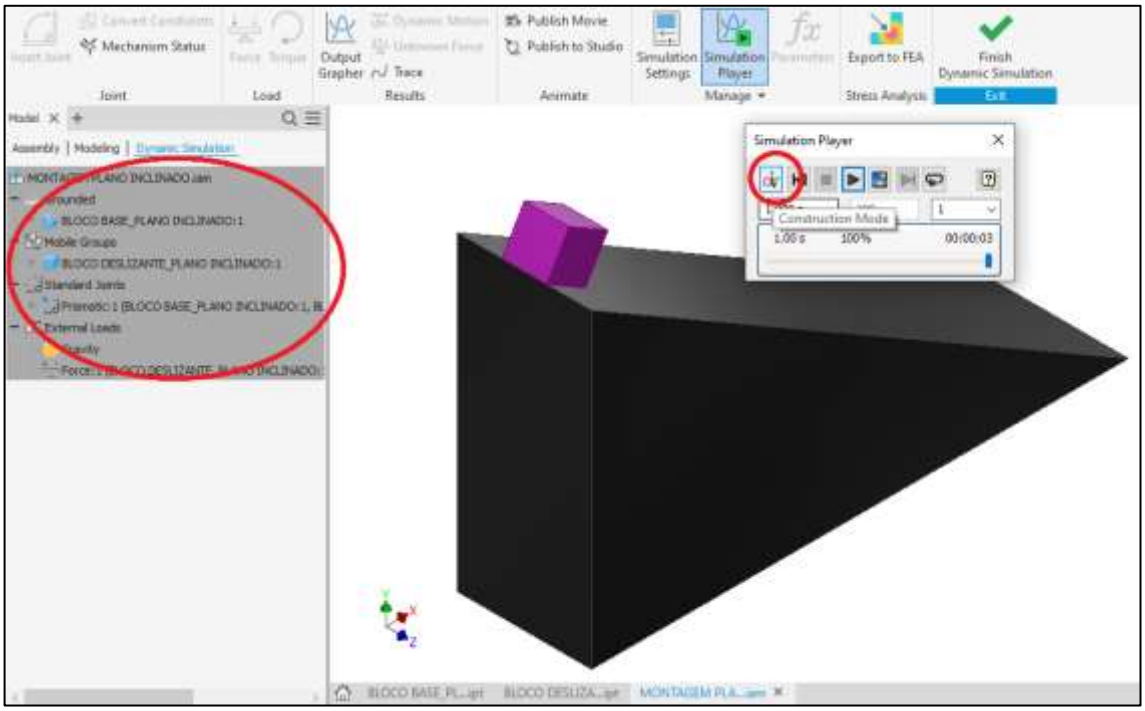


Figura 168 – Retornando ao ambiente de edição da simulação.

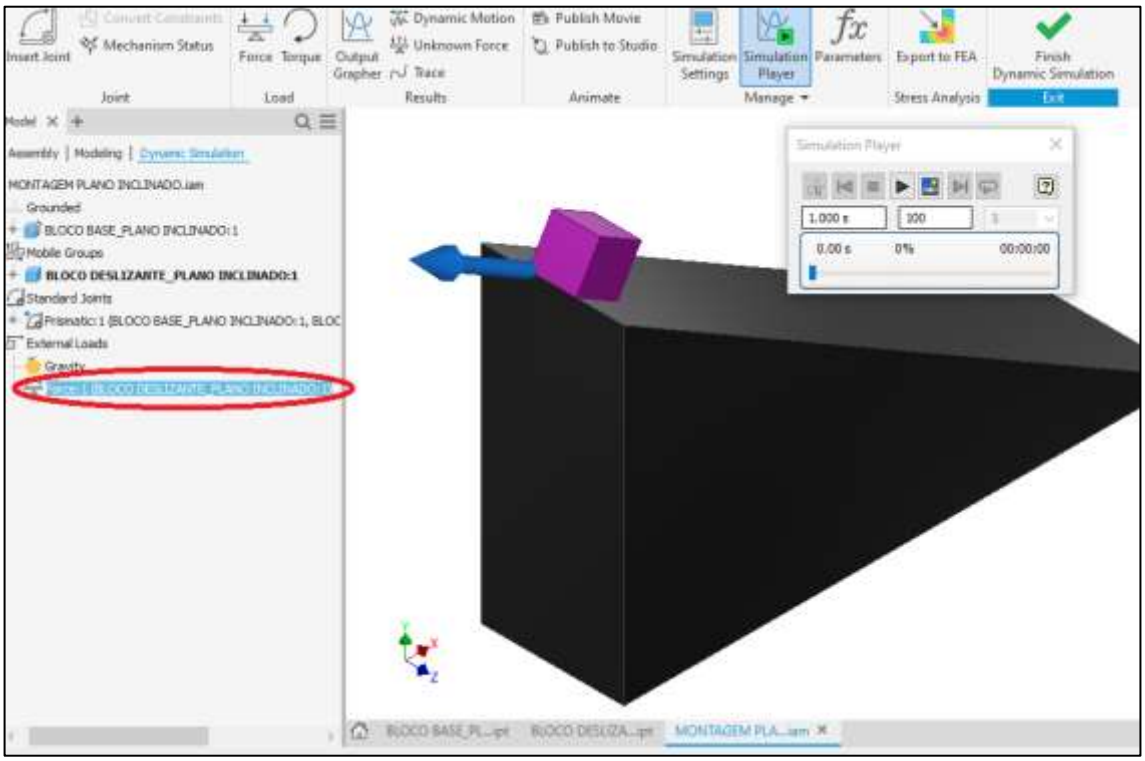


Figura 169 – Dê um duplo clique com o botão esquerdo na Força criada para poder editar.

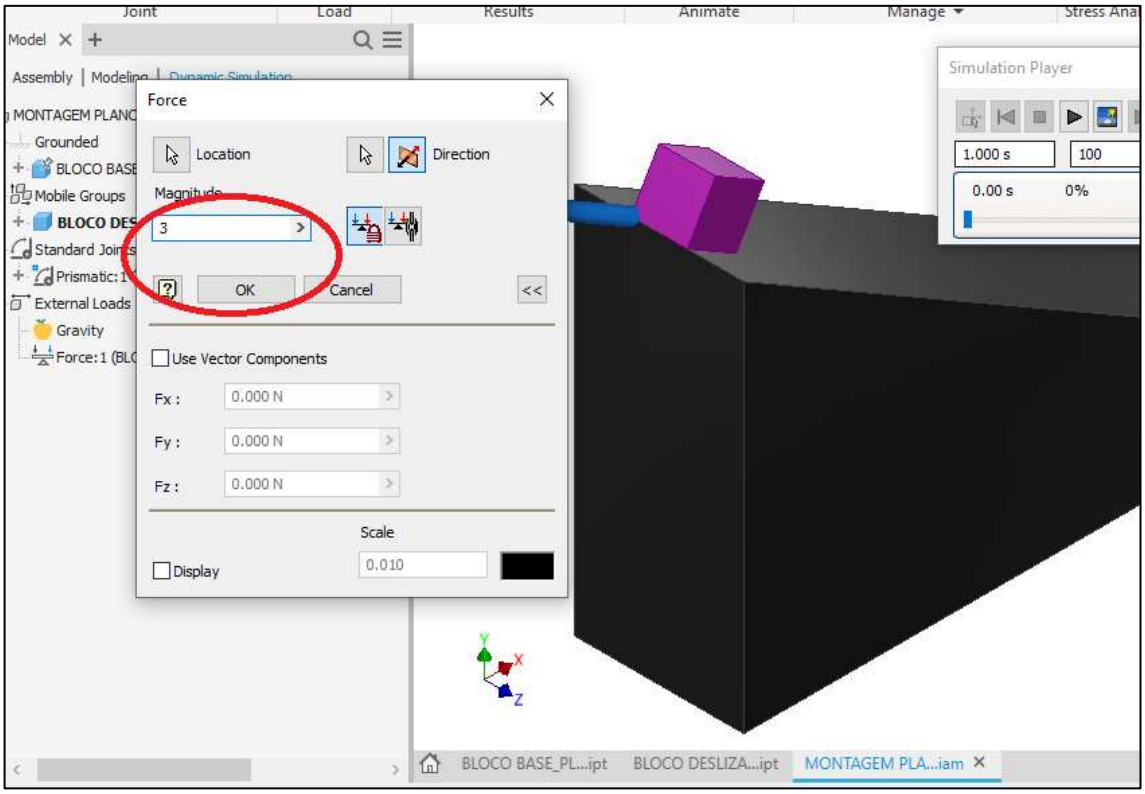


Figura 170 – Atribua o valor de 3N para a força.

l) Repita o passo descrito em “i)”. Para a segunda simulação, iremos ajustar o valor da força 3N e para provar nosso exercício, o bloco deverá se mover no sentido da Força (subir).

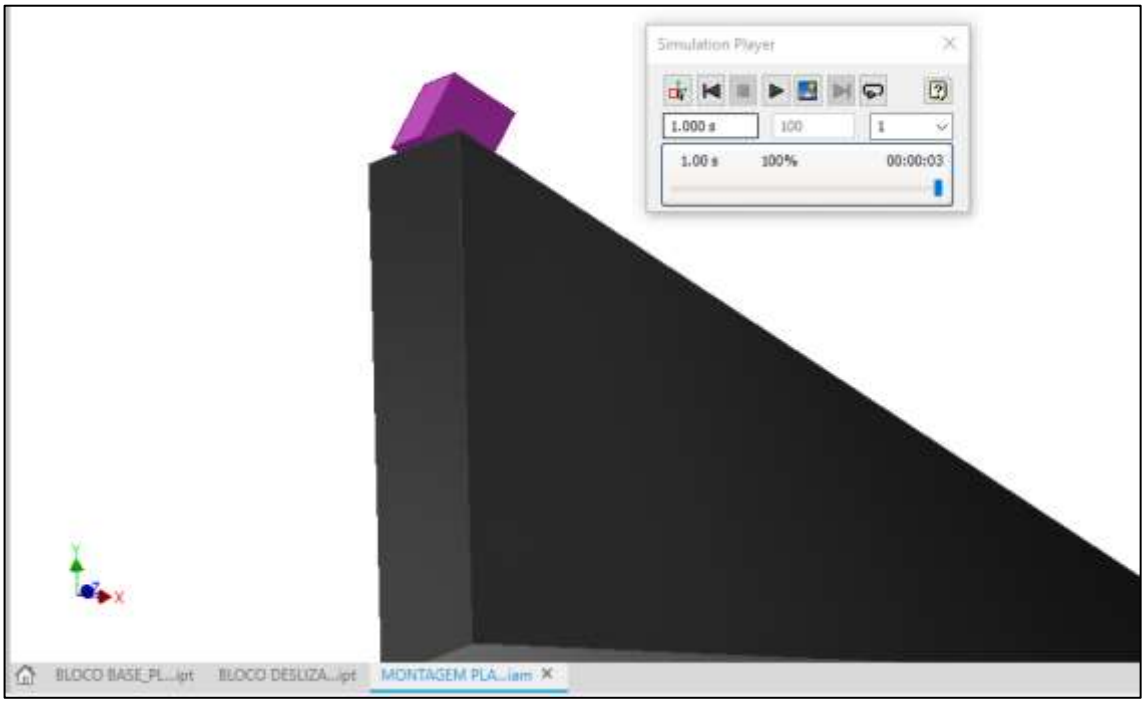


Figura 171 – Simulação do movimento após 1 s, bloco movimentou-se no sentido da força, exercício comprovado.

m) Para a terceira simulação, iremos ajustar o valor da força 2N. Para retornar à edição do ambiente de simulação, dê um duplo clique em Clique em OK. Note que a árvore de processos não estará mais bloqueada.

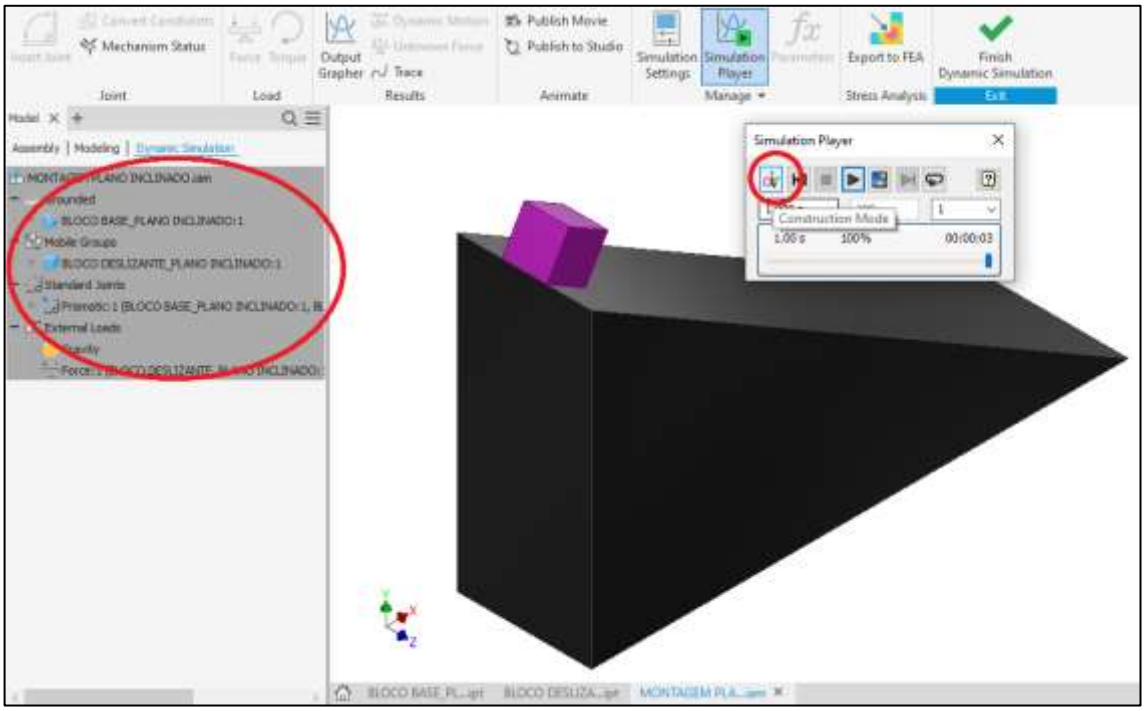


Figura 172 – Retornando ao ambiente de edição da simulação.

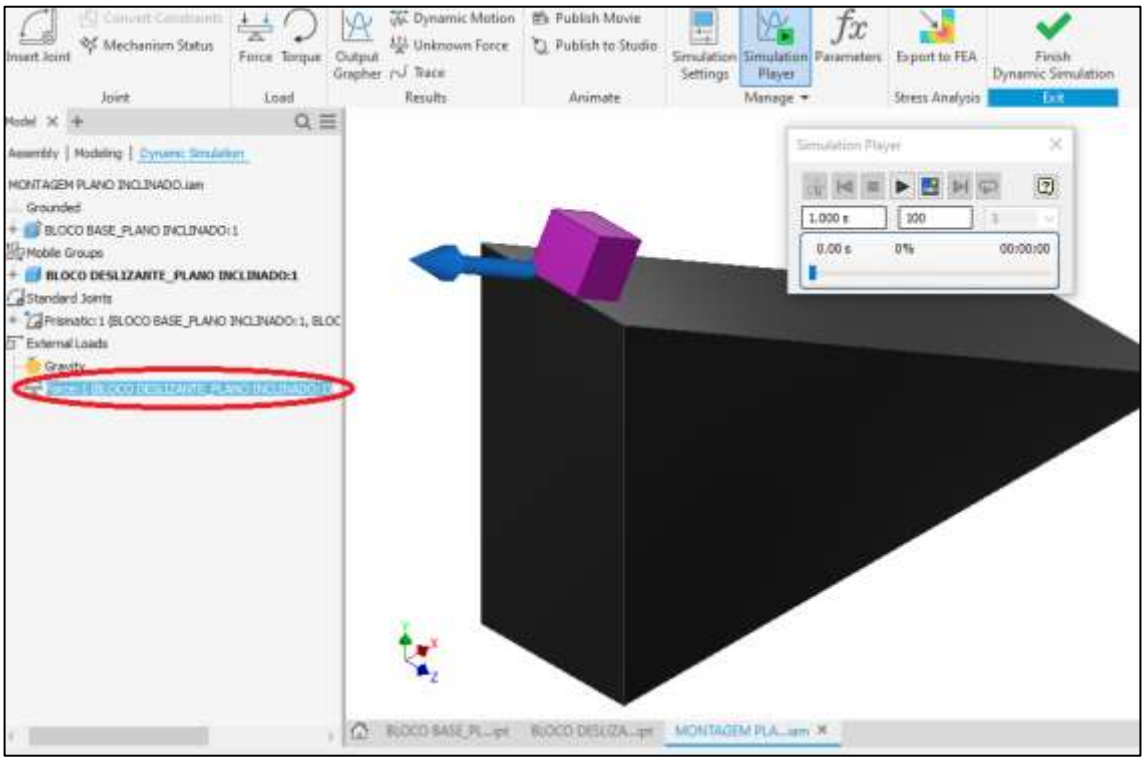


Figura 173 – Dê um duplo clique com o botão esquerdo na Força criada para poder editar.

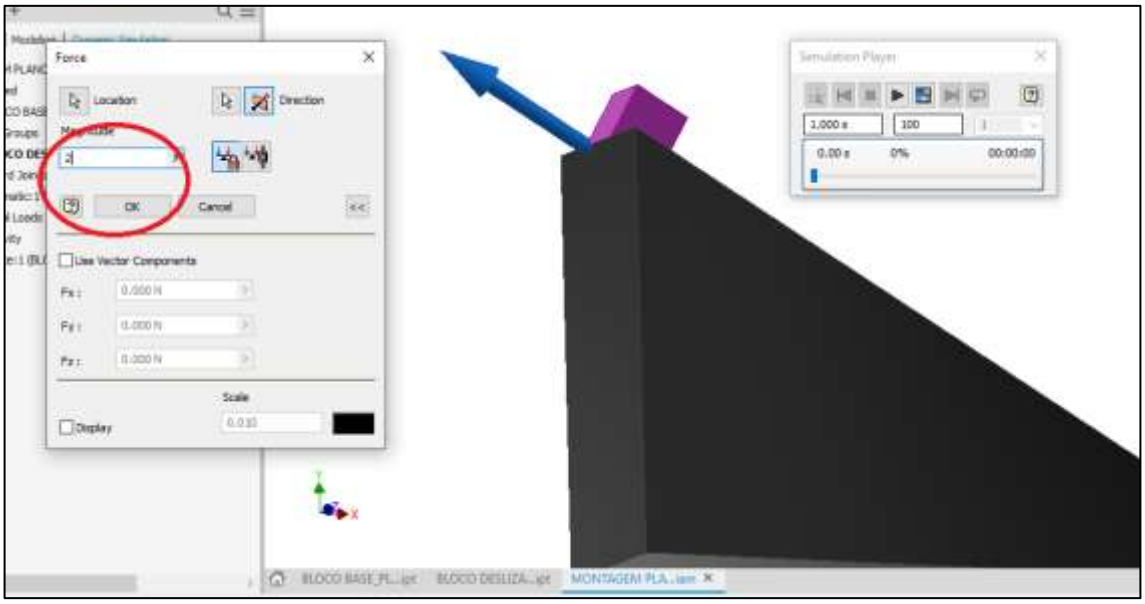


Figura 174 – Atribua o valor de 2N para a força.

n) Repita o passo descrito em “i)”. Para a segunda simulação, iremos ajustar o valor da força 2N e para provar nosso exercício, o bloco deverá se mover no sentido oposto à Força (descer).

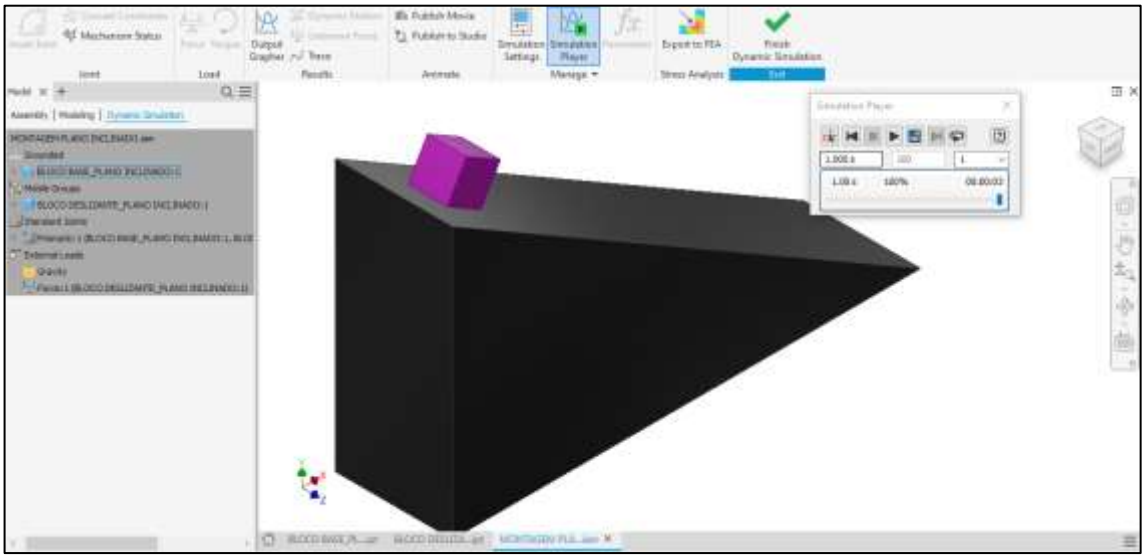


Figura 175 – Simulação do movimento após 1 s, bloco movimentou-se no sentido oposto à força, exercício comprovado.

o) Retorne à edição do ambiente de simulação e finalize a simulação. Salve o modelo antes de fechar o Inventor.

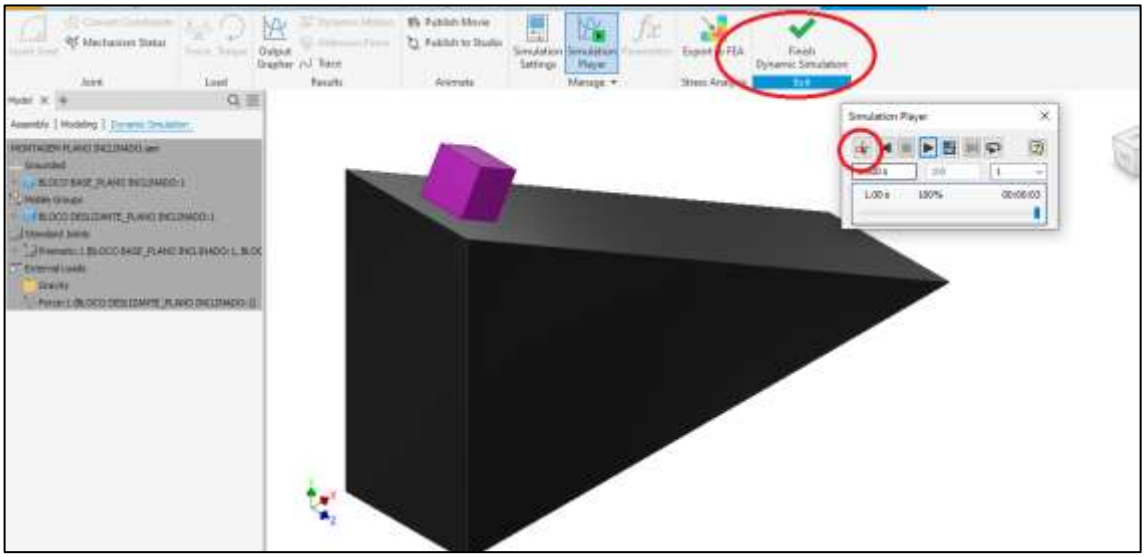


Figura 176 – Finalizando a simulação.

Após a atividade e simulações finalizadas, o professor terá o seu papel de mediador ao pedir que os discentes analisem através de perguntas o que foi apresentado. Neste produto utilizamos a pergunta base para o projeto:

Qual seria na opinião deles, a importância da aplicação das ferramentas no Ensino do Conteúdo? e o que eles acharam de diferenciado nessa ferramenta com relação ao ensino tradicional? As respostas pessoais de cada aluno deverão ser debatidas em aula pelo professor juntamente com a classe.

Espera-se que este Produto contribua positivamente com o Ensino da Física nas escolas e que possa ajudar os alunos a entender a importância de novas ferramentas como auxílio no ensino-aprendizagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

RAMALHO JUNIOR, Francisco; FERRARO, Nicolau; TOLEDO, Paulo Antônio. Os Fundamentos da Física I. São Paulo: 2009. cap.11, p.194-212.

A Evolução do CAD e sua Aplicação em Projetos de Engenharia Renato Dias Calado do Amaral1; Armando Carlos de Pina Filho21 UFRJ, Escola Politécnica, Departamento de Engenharia Mecânica. p.8.

https://ismaelfisica.files.wordpress.com/2015/05/curso-de-fisica-vol-1-antonio-maximo-beatriz-alvarenga.pdf

https://www.autodesk.com.br/solutions/cad-design

https://www.docsity.com/pt/historia-do-auto-cad-by-rafael-mendonca/4856532/

https://www.somospar.com.br/4-motivos-para-a-escola-adotar-ferramentas-tecnologicas-de-apoio-ao-ensino/

https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/1064/1/2015JeffersonOliveiradoNascimento.pdf

http://mnpef.fis.unb.br/docs/dissertacoes/2-2019/clenilson/Disserta%C3%A7%C3%A3o-Clenilson.pdf

https://www.autodesk.com.br/solutions/cad-design

https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/568403

https://sites.ifi.unicamp.br/f128/files/2012/08/Aula-3.pdf

https://blog.biologiatotal.com.br/

https://vamosestudarfisica.com

https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/568403

https://vamosestudarfisica.com/operacoes-com-vetores/

https://cursoenemgratuito.com.br/forca-resultante/

https://ccrei.com.br/